Aus der Chirurgischen Klinik und Poliklinik der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. Leo Koslowski

"INFEKTIONEN NACH OPERATIVER FRAKTURBEHANDLUNG DURCH OSTEOSYNTHESE"

Eine Untersuchung von 1231 Fällen aus dem Tübinger Krankengut zwischen 1970 – 1976

INAUGURAL – DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard–Karls–Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

HARALD WESKOTT

aus Iserlohn

1978

Aus der Chirurgischen Klinik und Poliklinik der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. Leo Koslowski

"INFEKTIONEN NACH OPERATIVER FRAKTURBEHANDLUNG DURCH OSTEOSYNTHESE"

Eine Untersuchung von 1231 Fällen aus dem Tübinger Krankengut zwischen 1970 – 1976

INAUGURAL – DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard–Karls–Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

HARALD WESKOTT
aus Iserlohn

1978

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan:	Professor Dr. H.- E. Hoffmeister
Berichterstatter:	Privatdozent Dr. D. Veihelmann
	(Professor Dr. L. Koslowski)

gedruckt bei Hans-Joachim Köhler, Reprografischer Betrieb, 7400 Tübingen

Meiner Frau Ute
und unseren Kindern
Aljoscha und Madeleine-Mareike

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536511_0033

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

		Seite
1.	Einleitung	1
2.	Allgemeines zur modernen Osteosynthese	3
2.1.	Ziel, Anspruch und Grundlage der Osteosynthese	3
2.2.	Technische Mittel und Verfahren der Osteosynthese	6
2.3.	Indikation der Osteosynthese	9
2.4.	Gefahren der Osteosynthese	17
3.	Die Osteomyelitis	20
3.1.	Definition	20
3.2.	Das Erregerspektrum der Osteomyelitis	20
3.3.	Formen der Osteomyelitis	23
3.3.1.	Die hämatogene Osteomyelitis	23
3.3.2.	Die posttraumatische Osteomyelitis	24
4.	Allgemeines zur posttraumatischen Osteomyelitis	24
4.1.	Aetiologie der posttraumatischen Osteomyelitis	24
4.2.	Pathophysiologie der posttraumatischen Osteomyelitis	28
4.2.1.	Posttraumatische Osteomyelitis ohne Osteosynthese	29
4.2.2.	Posttraumatische Osteomyelitis nach Osteosynthesen	31
4.3.	Histologie der posttraumatischen Osteomyelitis	33

Seite

4.4. Das röntgenologische Bild der posttraumatischen Osteomyelitis 35
4.5. Das klinische Bild der posttraumatischen Osteomyelitis 37
4.5.1. Normaler Heilverlauf nach Osteosynthese und Wundheilungsstörung ohne Infektion.. 37
4.5.2. Die postoperative Wundinfektion 39
4.5.3. Die chronische posttraumatische Osteomyelitis 40

5. Therapie der Osteomyelitis 41
5.1. Allgemeintherapie der akuten Form 41
5.2. Lokaltherapie der akuten Form 44
5.3. Allgemeintherapie der chronischen Osteomyelitis 48
5.4. Lokaltherapie der chronischen Osteomyelitis 49

6. Eigene Ergebnisse 51
6.1. Aufschlüsselung des Kollektivs der 19 Patienten mit 20 infizierten Osteosynthesen 58
6.1.1. Geschlechtsverteilung 58
6.1.2. Altersverteilung 59
6.1.3. Klassifizierung der Infektionen 59
6.1.4. Lokalisation der 20 infizierten Osteosynthesen 61
6.1.5. Infektionshäufigkeit nach offenen und geschlossenen Frakturen 63
6.1.6. Osteosyntheseart 64
6.1.7. Unfallursachen 65
6.1.8. Zeitpunkt der operativen Versorgung nach Unfallereignis 66
6.1.9. Operationsdauer 67
6.1.10. Erregernachweis 68
6.1.11. Resistenz der Erreger 70
6.2. Therapie 72
6.2.1. Antibiotikatherapie 72

		Seite
6.2.2.	Lokaltherapie	72
6.3.	Letztes klinisches Behandlungsergebnis	75
6.4.	Kasuistik dreier Patienten mit posttraumatischer Osteomyelitis ...	77
7.	Diskussion	80
8.	Zusammenfassung	91
9.	Tabellenanhang	93
10.	Literaturverzeichnis	102

1. EINLEITUNG

Neben den Organtransplantationen gibt es in der modernen Chirurgie kaum ein Gebiet, welchem in den letzten 10 Jahren so viel Interesse zuteil geworden ist wie der operativen Frakturversorgung durch Osteosynthese. Dies ist vor allem das Verdienst der Schweizer Arbeitsgruppe für Osteosynthese (AO), welche die von LAMBOTTE, DANISE und vor allem KÜNTSCHER begonnenen neuen Wege in der Frakturbehandlung weiterverfolgte und so die Osteosynthese zu ihrem heutigen hohen Entwicklungsstand führte.
Der Weg der operativen Frakturversorgung war'steinig'und gekennzeichnet durch Höhen und Tiefen. Fehlentwicklungen und Fehlleistungen verschiedenster Genese blieben nicht aus - zu oft wurde gegen wichtige Grundsätze zur Realisierung einer guten Osteosynthese verstoßen. Die Anhänger der von BÖHLER zum Höhepunkt gebrachten konservativen Frakturenlehre fühlten sich durch solches bestätigt und hoben mahnend und anklagend die Hände. Doch durch diese Irrungen und Wirrungen, wie WILLENEGGER es ausdrückt, ist die Entwicklung der Osteosynthese nicht aufzuhalten gewesen.

Durch intensive Grundlagenforschung, verbunden mit harter experimentieller Arbeit, wurde die Histomorphologie, Pathophysiologie und Biomechanik des frakturierten Knochens aufgedeckt, die dem Chirurgen ermöglichte, das Wesen der Osteosynthese zu verstehen und so den Weg für die korrekte Behandlung zu finden.
Die Kontroverse zwischen konservativer und operativer Frakturversorgung erscheint im Grunde widersinnig, da es nach WILLENEGGER nur ein Ziel in der Frakturbehandlung geben sollte: das optimale Funktionsresultat! Dieses läßt sich aber ohne Osteosynthese in der Chirurgie des Bewegungsapparates einschließlich der Traumatologie nicht verwirklichen.

Dennoch sind die Gefahren der operativen Frakturversorgung, vor allem bei geschlossenen Frakturen, groß. Der korrekt durchgeführte operative Eingriff erlaubt zwar eine anatomische und somit physiologische funktionelle Wiederherstel-

lung der verletzten Gliedmaße, doch es besteht immer die Gefahr der Wundinfektion, die letztlich zu der von Chirurg und Patient gleichermaßen gefürchteten Osteomyelitis führt und mithin d a s Gegenargument zur Osteosynthese darstellt. BURRI fordert somit zu Recht, daß die operative Frakturbehandlung in der Therapie geschlossener Brüche nur eine Berechtigung hat - analoges gilt auch für die offene Fraktur -, wenn der Unfallchirurg an seinem eigenen Krankengut nachweisen kann, daß seine operativen Ergebnisse besser als die konservativen sind, daß seine Infektrate niedrig ist und daß er in der Lage ist, einen einmal aufgetretenen ossären Infekt zu beherrschen.
Die vorliegende Arbeit will hierzu für den Bereich der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen einen Beitrag leisten.
Die Grundlage der Arbeit bilden 1231 auf Infektionen nachgeprüfte Osteosynthesen, die an dieser Klinik in den Jahren von 1970 - 1976 durchgeführt wurden. Die statistische Untersuchung der Infektionsrate erforderte die Befragung der Operierten und deren Hausärzte; im Bedarfsfall wurden Krankenblätter, Ambulanzkarten und elektronische Datenverarbeitung zu Rate gezogen.
Im ersten Teil der Arbeit soll anhand der Literatur allgemeines zur Osteosynthese, wie Zielsetzung, Indikation und Gefahren aufgeführt werden sowie auf die posttraumatische Osteomyelitis als Manifestation einer Infektion nach Osteosynthese eingegangen werden und ein kurzer Abriß über die heute durchgeführte Therapie gegeben werden. Der zweite Teil wird die statistisch gewonnenen Ergebnisse aufzeigen und ihre Relevanz diskutieren.

2. ALLGEMEINES ZUR OSTEOSYNTHESE

2.1. Ziel, Anspruch und Grundlage der Osteosynthese

Nach WILLENEGGER, einem der Mitbegründer und Verfechter der modernen Osteosynthese, versteht sich die Osteosynthese nicht als Konkurrenzbehandlung zur konservativen Frakturversorgung. Sie wurde entwickelt und weitergeführt aus der Erkenntnis, daß das konservative Vorgehen mit Gipsverband und Extension in vielen Fällen nicht das erwartete gute Ergebnis bringt und bringen kann. BÖHLER, der große Lehrmeister konservativer Frakturversorgung, fordert als Grundgesetze der Knochenbruchbehandlung:

1. bei jedem Knochenbruch müssen die verschobenen Bruchstücke genau eingerichtet werden,
2. die eingerichteten Bruchstücke müssen solange in guter Stellung ununterbrochen festgehalten werden, bis sie knöchern miteinander verheilt sind,
3. während der notwendigen Dauer der Ruhigstellung der gut eingerichteten Bruchstücke hat eine funktionelle Bewegungsbehandlung möglichst vieler oder aller Gelenke des verletzten Gliedes und des ganzen Körpers zu erfolgen.

Die AO sieht ihr Hauptziel in der Wiederherstellung der früheren vollen Funktion der verletzten Extremität. Dies soll erreicht werden durch die Verwirklichung vierer biomechanischer Behandlungsprinzipien, die nach ALLGÖWER die Voraussetzung für eine einwandfreie Osteosynthese darstellen: 1. anatomische Reposition, 2. stabile Osteosynthese, 3. Anwendung einer gewebeschonenden Operationstechnik unter Erhaltung der Bluzirkulation, 4. Vermeidung der Immobilisierungsschäden durch frühzeitige aktive, schmerzfreie Mobilisierung frakturnaher Muskeln und Gelenke.

Diese Gegenüberstellung macht deutlich, daß das Osteosyntheseverfahren in seiner Zielsetzung nach WILLENEGGER eine Weiterentwicklung der ursprünglich BÖHLER'SCHEN Grundkonzeption darstellt. Erst durch die operative Frakturbehandlung wird es möglich, unter Sicht die frakturierten Bruchstücke exakt

anatomisch zu reponieren und anschließend stabil zu fixieren. Diese stabile Fixation und minuziöse Adaption der einzelnen Fragmente geschieht unter Kompression. Die stabile Fixation und Schaffung eines mechanisch stabilen Blocks wird nach MÜLLER und ALLGÖWER entweder durch interfragmentären Druck (Zugschraube, Druckplatte, Zuggurtung) erreicht oder durch einen inneren Kraftträger, wie es der von KÜNTSCHER 1940 erstmals vorgestellte Marknagel darstellt. Vor allem senkrecht zur Frakturlinie wirkende Druckkräfte sind der Knochenheilung dienlich. Sie erhöhen so die Stabilität und verhindern geringste Bewegungen der Fragmente. Unter diesen Voraussetzungen kommt es zur primären Knochenheilung ohne Reiz und Fixationscallus. Lediglich die Marknagelung bildet hier eine Ausnahme, da für sie eine gewisse Callusbildung charakteristisch ist. Die primär angiogene Knochenbruchheilung ist nicht unbekannt; in der Embryologie kennt man diese Vorgänge schon länger. Histomorphologisch bezeichnet man die Heilvorgänge nach ALLGÖWER als Kontakt- bzw. Spaltheilung. Bei ersterer ist durch Kompression des Osteosynthesematerials der Frakturspalt so eng adaptiert, daß weder vom Periost noch vom Endost Gefäße in den Knochen einwachsen können. Die Heilung hängt von dem mesenchymalen Element der Osteone ab, die von der einen in die andere Korticalis hinüberwachsen, nekrotische Knochenteile abbauen und den neuen Knochen wieder aufbauen. Bei der Spaltheilung kommt es über ein Einwachsen von Gefäßsprossen zum Aufbau des lamellären Knochens, wobei die Osteone sekundär zur anderen Seite wachsen. Das biologische Grundprinzip dieser unter Osteosynthesebedingung calluslosen Heilung ist das gleiche wie bei der callusbildenden Knochenheilung bei der konservativen Versorgung. In beiden Fällen stellen die Mesenchymzellen das potentielle Reservoir für den Regenerationsvorgang. Die aufgeführten Heilungsvorgänge sind röntgenologisch nicht mehr zu kontrollieren. Vielmehr gilt, daß jeder röntgenologisch sichtbare Reizcallus Zeichen einer Instabilität im Frakturgebiet darstellt, die entweder auf

schlechte Fixation oder auf Durchblutungsstörungen der Knochenfragmente zurückzuführen ist. Nach ALLGÖWER, MÜLLER gilt die sog. per primam Ossifikation einer Fraktur als Kennzeichen einer einwandfreien Stabilität und zeugt von der Güte der angewandten Methode und der Beherrschung ihrer Technik. Wird durch ein Trauma auch spongiöser Knochen in Mitleidenschaft gezogen, so kommt es, falls keine Defekte durch Impression aufgetreten sind, nach Osteosynthese zu nur spärlich endossaler Callusbildung, da die Osteocyten zum großen Teil intakt bleiben. In der Mehrzahl der Fälle bewirkt das Trauma jedoch eine Impressionsschädigung des spongiösen Knochens, wodurch eine knöcherne Überbrückung des Defektes nur bedingt und sehr allmählich möglich ist. In solchen Fällen empfiehlt sich die heute häufig angewendete Methode der Knochentransplantation mit autologer Spongiosa zur Auffüllung der durch das Trauma entstandenen Defekte. Hält sich die moderne Osteosynthese streng an die ersten beiden Forderungen BÖHLERS, indem die geforderte Reposition und Fixation aufs beste verwirklicht wird, so liegt in dem dritten Postulat der funktionellen Bewegungsbehandlung gerade der große Vorteil operativer Frakturversorgung. Die aktive schmerzfreie Mobilisation aller nicht fixierten Gelenke ist durch die übungsstabile Osteosynthese schon direkt nach Heilung der äußeren Hautwunde möglich. Auf diese Weise können durch nur kurze Immobilisation Trophikstörungen der beteiligten Gelenke vermieden werden, was besonders im Alter entscheidend sein kann. Es ist ein erklärtes Ziel der Osteosynthese die Dauer des Krankenhausaufenthaltes und der Arbeitsunfähigkeit erheblich abzukürzen (MÜLLER et al.), was nur im Sinne des Patienten und auch der Allgemeinheit als Kostenträger liegen kann.
Die Osteosynthese erfordert vom Chirurgen höchstes Können und Leistungsvermögen und setzt als äußerst schwieriges Behandlungsverfahren lange Schulung, große Erfahrung, technisches Können und Begabung voraus. WILLENEGGER betrachtet die Anforderungen an das chirurgische Leistungsvermögen durch die Osteosynthese, die keinesfalls zur Routinechirur-

gie gerechnet werden darf, vielfach höher als in der Abdominalchirurgie, was damit zusammenhängt, daß die Heiltendenz des Peritoneums kleinere Unzulänglichkeiten des Operateurs kompensiert, während der Spielraum für das Gelingen einer Osteosynthese sehr eng gesteckt ist. ALLGÖWER verlangt von einer Osteosynthese, die das Prädikat 'einwandfrei' verdient, einwandfreie Asepsis, schonendste Behandlung der Weichteile, schonendste Behandlung des Knochens, anatomisch exakte Reposition, absolute Stabilität, insbesondere durch interfragmentären Druck, weiterhin Abschluß der Operation mit einer Saugdrainage nach Jost Redon, Hochlagerung der operierten Extremität zur Ödemprophylaxe und frühzeitige aktive Bewegung. Nur wenn diese Grundforderungen hinreichend erfüllt werden, können die gesetzten Ziele erreicht werden und die Osteosynthesebehandlung somit zu einer segensreichen Erweiterung der Frakturbehandlung werden.

2.2. Technische Mittel und Verfahren der Osteosynthese

Die Osteosynthese erfüllt ihre Aufgabe nur dann, wenn sie die geforderte Stabilität im Frakturbereich gewährleistet. Die größt mögliche Stabilität wird durch interfragmentären Druck erzeugt, was sich sehr günstig auf die Ruhigstellung und damit die Heilungsphase der Fraktur auswirkt. Nach SCHNEIDER ist es der interfragmentäre Druck, der das Osteosynthesematerial vor Wechsellast - Biegebeanspruchung schützt und erlaubt, dasselbe sparsam zu dimensionieren.

ALLGÖWER unterscheidet Osteosyntheseverfahren, die primär Druck erzeugen von solchen, die primär keinen Druck erzeugen. Zu letzteren zählt als wichtigster Vertreter die Markraumnagelung mit dem Küntschernagel oder dem AO-Marknagel. Der Marknagel ist indiziert bei kurzen Schräg- und bei Querfrakturen im mittleren Drittel von Tibia und Femur. Die Marknagelung erfordert eine vorherige Ausbohrung der

Markhöhle, wobei Vorsicht geboten ist, um durch Überhitzung beim Bohrvorgang keine Knochenschäden zu erzwingen. Je nachdem ob die Frakturstelle eröffnet werden muß oder geschlossen bleibt, spricht man von geschlossener oder offener Marknagelung. Eine abgewandelte Form der Marknagelung ist die Bündelnagelung, bei der ohne vorheriges Aufbohren der Markhöhle mehrere Bohrdrähte in den Markraum eingebracht werden. Durch dieses Verfahren kann nach BECK eine übungsstabile, intramedulläre Fixation, in anatomisch korrekter Stellung, ohne Bruchfreilegung und Aufbohrung der Markhöhle, mit großer Erfolgssicherheit erreicht werden.
Bei richtiger Indikation stellt die Marknagelung bei Frakturen in Schaftmitte die solideste Form der Osteosynthese dar, die nicht nur sofortige Übungsstabilität, sondern auch Belastungsstabilität gewährleistet. Weitere nicht druckerzeugende Mittel der Osteosynthese sind nach WEBER die 130° Winkelplatten, die vor allem zur Fixation der pertrochantären Femurfrakturen benutzt werden; weiterhin die Schenkelhalsnägel sowie die Spickdrähte. Letztere stellen ein Hilfsmittel zur vorläufigen Fixation von kleinen Fragmenten, besonders bei Trümmerfrakturen dar, bis durch Platte oder Schraube eine endgültige Fixation erreicht worden ist.
Das wichtigste druckerzeugende Osteosynthesematerial ist die Platte, die als gerade Platte oder Winkelplatte in breiter, schmaler und halbrohrförmiger Ausführung zur Anwendung kommt. Plattenform und -größe sind variabel und lassen sich der jeweiligen Knochenstruktur anpassen. Meist handelt es sich um Sechslochplatten, die den Mechanismus des selbstspannenden Schlitzloches besitzen. Nach WEBER komprimieren sie dadurch, stabilisieren genügend, sperren aber weniger und lassen eine Beanspruchung des Knochens auf Druck zu. Die Spongiosierung und Rückbildung des Knochens ist unter der Schlitzlochplatte gering. Nach biomechanischen Gesichtspunkten unterteilt man die Platten nach ALLGÖWER in Neutralisationsplatten, Kompressions- und Abstützplatten. Die Neutralisationsplatte kommt nur in Verbindung mit der Ver-

schraubungstechnik zur Anwendung, bei der Korticalis- und Spongiosaschrauben verwendet werden. Mit beiden Schraubentypen läßt sich das Prinzip der interfragmentären Kompression erfüllen. Zum stabilen Sitz der Schrauben wird das Gewinde mit einem Gewindeschneider vorgeschnitten. Die reine Schraubenosteosynthese ist nach WILLENEGGER nur zulässig bei langen Schrägbrüchen des Tibiaschaftes, sowie isolierten Abbrüchen an den Metaphysen der großen Röhrenknochen (Tibiakopf, Femurkondylen). Bei kurzen Schrägfrakturen, die nicht mit dem Marknagel angegangen werden, verwendet man Zugschraube und Platte, wobei letztere nach ALLGÖWER nur zur zusätzlichen Sicherung und Stabilisierung der Achse notwendig wird. Dies ist die Funktion der Neutralisationsplatte. Sie erzeugt nach WEBER zusätzlichen Druck und überträgt die Biege- und Torsionskräfte vom proximalen zum distalen Hauptfragment.
Die Kompression- oder Zuggurtungsplatte wird ohne vorherige Verschraubung der Fraktur angewendet unter Benutzung eines Spanngerätes, wodurch ein axialer Druck auf die Fraktur ausgeübt wird. Diese Platte hat nach ALLGÖWER möglichst auf der Gegenseite der großen Muskelgruppe ihren Platz zu finden; dadurch kommt sie unter Zug und wandelt Biegekräfte in Druck auf den ganzen Knochenquerschnitt um. Wichtig ist dabei, wie auch bei der Anwendung der übrigen Platten, die bescheidene, angepaßte Dimensionierung der Platte, um die Beanspruchung des Knochens nicht zu verringern. Die Abstützplatte, die vor allem zur Fixierung einer Tibiakopffraktur oder Fibulatrümmerfraktur angewendet wird, hat nach SCHNEIDER die Aufgabe der Sicherung der anatomischen Reposition einer metaphysiären Fraktur gegen sekundäre Dislokalisation, vor allem bei Verwendung von autologer Spongiosa. Diese Platte, die neben der einfachen Form auch in T- oder Kleeblattform verwendet wird, muß der jeweiligen Knochenwölbung genau angepaßt werden, bevor sie ohne Kompression auf den Knochen geschraubt wird. Als Stabilitätsregel für Verschraubungen gilt nach HEIM und PFEIFER, daß der Widerstand zweier, die Fragmente randständig fassender Schrauben

gegen Zug- und Scherkräfte bedeutend besser ist, als derjenige einer einzig zentralliegenden größeren Schraube. Für die Plattenosteosynthese gilt nach obigen Autoren als Stabilitätsregel, daß die Schrauben der Platten die Hauptfragmente mit mehreren Gewinden fassen sollen. Zuggurtungsdraht und äußere Spanner zählen ebenfalls zu den druckerzeugenden Osteosynthesemitteln. Erstere kommen vor allem bei Olecranon- und Patellafrakturen zur Anwendung, um schädliche Zugkräfte in Druckkräfte umzuwandeln in Bereichen, wo keine Platte angewendet werden kann. Die äußeren Spanner dienen nach ALLGÖWER zur Errichtung einer Kompressionsosteosynthese von außen bzw. zur Behandlung infizierter Pseudarthrosen. Bei den äußeren Spannern handelt es sich um Steinmannägel von denen zwei proximal und zwei distal der Fraktur oder Pseudarthrose durch den Knochen gebohrt werden. Durch seitliche Spanner läßt sich Kompression und Stabilität der vier Nägel erreichen.
Die Mittel und Möglichkeiten der Osteosynthese sind groß und reichhaltig, doch nur differenzierte Anwendung der verschiedenen Verfahren und exakte Indikation gewährleisten eine bestmögliche Frakturversorgung.

2.3. Indikation der Osteosynthese

Die moderne Frakturbehandlung erlaubt dem Unfallchirurgen die verschiedensten Möglichkeiten zur Versorgung einer frakturierten, traumatischen Gliedmaße. Nach REHN soll die Frage nach der möglichen Therapie aber nicht lauten: Mit welcher Methode kann ich die Fraktur operieren? - vielmehr muß gelten: Welches Behandlungsverfahren gewährleistet mit dem geringsten Risiko für den Patienten in einem hohen Prozentsatz eine möglichst vollkomene Wiederherstellung der verletzten Gliedmaße ohne wesentliche Spätfolgen? Die Kunst der Knochenbruchbehandlung besteht somit nach REHN darin, aus einer Vielzahl von Methoden die beste für den

Einzelfall herauszusuchen. Dies muß geschehen ohne Vorurteil gegenüber einer speziellen Behandlungsmethode und unter kritischer Selbsteinschätzung. Daß dies für den Chirurgen nicht immer leicht ist, untermauert die Tatsache, daß die Fronten zwischen konservativer und operativer Behandlungsweise noch immer nicht gänzlich geklärt sind und jede Seite das eigene Verfahren zu überwerten versucht. Dabei ist es nach Meinung WILLENEGGERS für eine gute Indikationsstellung unbedingt wichtig, sich vom„Vertreterstandpunkt" frei zu machen, denn nur ein ergänzendes Nebeneinander von konservativer und operativer Frakturversorgung kann im Interesse des Patienten liegen. Bevor eine grundsätzliche Entscheidung, ob konservativ oder operativ vorzugehen ist, getroffen wird, müssen mehrere Parameter berücksichtigt werden: der Allgemeinzustand des Verletzten, der örtliche Zustand von Knochen, Haut und Weichteilen im Frakturgebiet und die Möglichkeiten des Krankenhauses. Diese primäre Entscheidung (konservativ - operativ) ist nach REHN und WILLENEGGER grundsätzlicher Art und sollte innerhalb der 6 Std.-Grenze nach dem Unfall beim organgesunden Menschen mit einwandfreien Weichteilen gefällt und möglichst ausgeführt werden. Nach DÜBEN hat sich die Indikation auszurichten: nach Art und Lokalisation der Fraktur, Beschaffenheit des Weichteilmantels und vorhandenen Begleitverletzungen, sowie Lebensalter und Allgemeinzustand des Patienten. Es erscheint daher wichtig, neben der Fraktur auch ein Augenmerk auf die Weichteilschäden zu richten, die immer - mehr oder weniger - vorhanden sind und den Heilungsprozeß am frakturierten Knochen wesentlich beeinflussen. Nur ein vitaler Weichteilmantel gewährleistet anzustrebenden, bindegewebigen Kontakt mit dem Knochen und stellt so die Voraussetzung für das Gelingen jeder Osteosynthese dar (REHN, WILLENEGGER).
Bei der geschlossenen, wie vor allem auch bei der offenen Fraktur, kommt es durch das Trauma zu einer nicht unerheblichen Schädigung des gesamten Weichteilmantels um die Fraktur. Obligat sind nach ALLGÖWER in allen Fällen Gefäß- und Periostverletzungen, doch auch Haut-, Muskel- und

Nervenschädigungen kommen vor. Durch die Zerreißung großer und kleiner Gefäße im Frakturbereich, wobei auch Markgefäße betroffen sind, ist die Blutversorgung des Knochens, wie auch des umgebenden Integuments empfindlich gestört. Nach einem reversiblen Stadium kommt es bei der geschlossenen Fraktur bald nach Bildung von Hämatomen und Seromen durch Ernährungsstörungen zur Nekrosebildung. Bei der offenen Fraktur kann ein Frakturhämatom fehlen.
Verschiedene Autoren (ALLGÖWER,BURRI,REHN) betonen, daß die traumatisierten Weichteile sich röntgenologisch nicht zeigen, so daß vielfach der Schweregrad der Fraktur verharmlost erscheint. Man ist sich heute darüber einig, daß das Weichteilproblem im Zentrum der Frakturbehandlung steht, denn - so ALLGÖWER - bei guten Weichteilen ist das Knochenproblem meist kein Problem. Neben dem örtlichen Zustand muß der Gesamtzustand des Patienten berücksichtigt werden, der ausreichend vor operativer Versorgung bekannt sein sollte. So können schwere Leiden, wie Herzinsuffizienz, hoher Diabetes, Hepatose, und als akutes Stadium der Schock, ein operatives Vorgehen ausschließen. Die Osteosynthese erfordert postoperativ eine vernünftige Mitarbeit des Patienten, weshalb Alkoholiker und Geistesschwache, sowie Asoziale, ein gutes Behandlungsergebnis gefährden können. Doch nicht nur der Verletzte, auch das Krankenhaus mit seinen Ärzten, seinem Personal und seiner spezifischen Struktur sind in die Entscheidung über die richtige Indikation einzubeziehen. So sollte es sich von selbst verstehen, daß schwierige Osteosynthesen in die Hände des Spezialisten am entsprechenden unfallchirurgischen Zentrum gehören und nicht von Mindererfahrenen probiert werden sollten.
ALLGÖWER unterscheidet drei Gruppierungen von Frakturen; die einen erlauben eine klare Indikation zur operativen Versorgung durch Osteosynthese, andere sind vorwiegend der konservativen, unblutigen Behandlung vorbehalten. Wieder andere können sowohl operativ als auch konservativ versorgt werden, wobei beide Verfahren ihre Vor- und Nachteile besitzen. Andere Autoren gliedern die Indikation zur

Osteosynthese nach Gesichtspunkten wie folgt ein: zwingend, empfehlenswert, möglich oder nicht gegeben. REHN hält folgende Einteilung für adäquat: 1. Frakturen, die nach funktioneller oder ruhigstellender Behandlung in einem hohen Prozentsatz gute Resultate ergeben und deshalb so behandelt werden sollten, 2. Frakturen, die nach konservativer Therapie in etwa der gleichen Häufigkeit wie nach Osteosynthese zu guten Dauerresultaten führen. REHN spricht hier von einer sozialen Indikation, vor allem für Freiberufliche, für die der Gipsverband eine berufliche Behinderung bedeutet, 3. Frakturen, die auch konservativ behandelt werden können, jedoch dabei in einem größeren Prozentsatz zu bleibenden Ruheschäden führen. Die Indikation zur Osteosynthese erscheint hier nach REHN sinnvoll, 4. Frakturen, die nach konservativer Behandlung mit Spätfolgen ausheilen und damit eine echte Indikation darstellen. Sowohl ALLGÖWER als auch REHN erkennen der nicht operativen Behandlungsmethode für einen gewissen Frakturenbereich unumstritten eine klare Indikation zu. Hier sind an erster Stelle die meisten Frakturen des Wachstumsalters zu nennen, die, falls nicht eine schwere Gelenkfehlstellung vorhanden ist, konservativ versorgt werden sollten. Nach DÜBEN liegt die Rate der im Kindesalter mit Osteosynthese versorgten Frakturen bei etwa 8 - 10%, wobei es sich überwiegend um epiphysiäre Frakturen handelt, die einer anatomischen Reposition unter Sicht bedürfen. DAUM zufolge erfordern gelenknahe-und Gelenkfrakturen im Kindesalter zur Vermeidung schwerer Gelenkdeformierung den operativen Eingriff. Hierzu zählen Brüche eines Condylus humeri, Radiusköpfchenfrakturen und Epiphysenfrakturen. Eine absolute Indikation für die Osteosynthese ist der im Kindesalter relativ selten auftretende Schenkelhalsbruch, der wegen der Besonderheiten der Gefäßversorgung des Hüftkopfes der operativen Versorgung bedarf.
Die im Alter häufig auftretenden metaphysiären Impressions- und Stauchungsfrakturen sowie die Schaftfrakturen sind bei genügender Stabilität in der Regel mit funktioneller Behandlung gut versorgt. Ebenfalls Domäne der nichtoperativen Versorgung sind Frakturen im Bereich von Becken, Wirbel-

säule, Schulterblatt, Schlüsselbein, Fersenbein und Rippen.

Problematisch erscheint die Indikation bei einer Gruppe von Frakturen, die nach ALLGÖWER die Diskussion über operative oder konservative Behandlung erlauben. REHN gebraucht für diesen Frakturbereich den Begriff der sozialen und sinnvollen Indikation zur Osteosynthese. So gilt für viele Drehbrüche des Unterschenkels nach ALLGÖWER, daß sie auch nach Extension und Ruhigstellung im Gips mit perfekten Funktionsergebnissen ausheilen. Wenn man hier operativ behandelt, so nur um langen Kliniksaufenthalt und Arbeitsunfähigkeit zu verkürzen. Doch gerade die relative Indikation stellt höchste Anforderungen an die korrekte Durchführung einer Osteosynthese, um den Patienten nicht leichtfertig zu gefährden. Sie ist mithin nur für den Chirurgen zulässig, der über große Erfahrung verfügt und gute Operationsbedingungen zur Seite hat. Sie kann nicht für viele kleinere Krankenhäuser mit nur gelegentlich durchgeführten Osteosynthesen gelten.

Für eine große Anzahl von Frakturen ist heute die Osteosynthese das Mittel der Wahl geworden, ohne die ein gutes funktionelles Spätergebnis nicht zu erzielen wäre. Zu diesen echten oder absoluten Indikationen zählen neben den Frakturen des Streckapparates (Olecranon,Patella), von den geschlossenen Frakturen alle gelenknahen Brüche und solche mit Gelenkbeteiligung, die einer exakten anatomischen Reposition bedürfen. Hier sind besonders Frakturen der belasteten Gelenke an der unteren Extremität (Hüftgelenk,Kniegelenk,Sprunggelenk) zu nennen. Die Erfolge, die hier die Osteosynthese gebracht hat, gelten als unumstritten. Auch die ins Gelenk hineinreichenden Brüche mit Stufenbildung sind hier anzuführen (Condylenabbruch der Oberarmrolle, Schienenbeinkopfbruch, Oberschenkelrollbruch und Sprunggelenksfrakturen). Die Gelenkfrakturen erfordern nach WEBER, um eine restitutio ad integrum zu erreichen, eine kompromißlose Gelenkkongruenz ohne Knorpeldefekt, vollständige Heilung von Band- und Kapselverletzung, Vitalität von Skelett und Knorpel, sowie freie Beweglichkeit und normale Muskelkraft. Können diese Teilziele durch die Osteosynthese erreicht werden, so läßt sich sehr oft ein überlegenes Behandlungsergebnis erzielen und Trophikstörungen

und Atrophie der Gelenke verhindern. Ist im Wachstumsalter Vorsicht mit der Indikation zum operativen Eingriff geboten, so kann nach DÜBEN im höheren Lebensalter die Indikation zur Osteosynthese eher etwas weiter gestellt werden. Dies hängt damit zusammen, daß sich gerade beim alten Menschen die Nachteile langer Immobilisation durch konservative Behandlung potenzieren. Hospitalisation, Bettlägerigkeit und Invalidisierungsbewußtsein des alten Menschen bedingen die Notwendigkeit, den Knochenbruch im Alter möglichst schmerzfrei ohne lange Immobilisierung zu behandeln, um eine Bettlägerigkeit von mehr als einer Woche zu vermeiden (SCHNEIDER). Alle instabilen metaphysären Frakturen sowie Schaftfrakturen (Ausnahme Oberarm) erfordern deshalb die operative Stabilisierung. Denn, so SCHNEIDER, je älter der Mensch, um so dringender ist die schnelle Ausschaltung des invalidisierenden Schmerzherdes. Die Osteosynthese des alten Menschen muß einer frühen Vollbelastung standhalten, da das Entlasten erfahrungsgemäß immer wieder vergessen wird. Die Kombination von Knochenzement und Osteosynthesematerial als Verbundosteosynthese ist in der Lage, diese nötige Stabilität zu gewährleisten. Die laterale und mediale Schenkelhalsfraktur wird heute vielfach durch Kopf - Halsresektion mit anschließendem Einbau einer Totalprothese versorgt, was zur Folge hat, daß postoperativ eine sofortige Mobilisation und nach wenigen Tagen eine Belastung der Extremität möglich ist; dadurch wird für den alten Menschen nicht nur die Gefahr der Immobilität verringert, sondern auch die Pflege erleichtert, was bei der heute ständig steigenden Zahl älterer Patienten und dem Mangel an qualifizierten Pflegekräften große Bedeutung hat.

Eine weitere wichtige Indikation zur Osteosynthese ist immer dann gegeben, wenn die konservative Therapie zu versagen droht, sei es durch wiedereintretende Dislokalisation der Frakturenden oder durch Heilungsverzögerungen. In diesen Fällen empfiehlt es sich, rechtzeitig eine stabile Osteosynthese durchzuführen, denn - so ALLGÖWER - mit Störungen der Knochenheilung wird man chirurgisch immer fertig, da-

gegen nicht mit irreversiblen Ruheschäden.

Ein umstrittenes Indikationsfeld für die Osteosynthese stellen die offenen Frakturen dar, die heute zu einem großen Teil operativ versorgt werden. ALLGÖWER teilt die offenen Frakturen in drei Grade ein: die Fraktur 1.Grades, bei der eine Durchspießung eines Fragments von innen nach außen vorliegt und die 60% der offenen Frakturen ausmacht, wird im wesentlichen wie eine geschlossene Fraktur behandelt, wobei, wenn möglich, eine stabile primäre Osteosynthese durchgeführt wird unter genauester Schonung des Integumentes und sparsamer Excidierung der nekrotischen Wundränder (ALLGÖWER). Bei der offenen Fraktur 2. und 3.Grades ist der Weichteilmantel durch starke Gewalteinwirkung geschädigt, wobei neben Haut- und Muskelkontusionen auch Gefäß- und Nervenschädigungen auftreten können; letzteres gilt vor allem für die offene Fraktur 3.Grades. Derartige Brüche erfordern dringliche chirurgische Notfallmaßnahmen, da neben der Gefahr für die betroffene Gliedmaße eine lebensbedrohliche Situation, bedingt durch Schock und Blutung, besteht. Wohlüberlegtes Handeln kann hier über Leben und Tod, Invalidität oder Heilung entscheiden. Ist die akute Lebensgefahr für den Patienten beseitigt, so steht im Mittelpunkt des weiteren chirurgischen Vorgehens die Verhütung der posttraumatischen Osteomyelitis als schwerwiegenste Komplikation. Die meist stark verunreinigte und mit Keimen infizierte Wunde der offenen Fraktur 2. und 3.Grades muß vor allem vor einer Kontamination mit gefährlichen virulenten Hospitalismuskeimen geschützt werden, die für das Angehen einer Infektion von besonderer Bedeutung sind. Nach TSCHERNE besteht das Hauptgebot der Behandlung offener Frakturen darin, die Frühinfizierung bei Spitaleintritt und die Sekundärinfektion auf dem Boden von Weichteilnekrosen zu vermeiden. Nach ALLGÖWER besteht bei der Versorgung offener Frakturen 2. und 3.Grades ein schmaler Grat zwischen einem Zuwenig und einem Zuviel an chirurgischen Maßnahmen, wobei ein Zuwenig Instabilität im Frakturbereich günstige Voraussetzungen für das Angehen einer Infektion bedeutet, ein

Zuviel an chirurgischem Vorgehen mit großräumiger Darstellung der Fraktur die Gefahr der Heilungsverzögerung und infizierten avasculären Pseudarthrose beinhaltet. BURRI spricht bei der Osteosynthese der schweren offenen Fraktur von einem Wagnis, vor allem wenn man bedenkt, daß ein Fremdkörper in einer kontaminierten Wunde das Infektionsrisiko erhöht. Wenn heute dennoch nach Meinung vieler Autoren die Osteosynthese bei komplizierten offenen Frakturen indiziert ist, so deshalb, um Stabilität im Frakturbereich zu gewährleisten und eine funktionelle Nachbehandlung und günstige postoperative Wundbehandlung zu ermöglichen (WILLENEGGER). ALLGÖWER empfiehlt deshalb einen Mittelweg einzuschlagen, der zum einen in einem sauberen Wunddebridement besteht, zum anderen in einer Minimalosteosynthese, wenn nötig mit Zuhilfenahme von autologer Spongiosa zur Deckung von Trümmerzonen, verbunden mit guter Weichteildeckung von Implantat, Nerven und Gefäßen. Die Minimalosteosynthese wird jedoch von BURRI als der Vergangenheit zugehörig abgewiesen. Nach BURRI soll die Osteosynthese der offenen Fraktur in gleicher Weise angelegt und durchgeführt werden wie bei einem geschlossenen Knochenbruch, wobei der Plattenosteosynthese und äußeren Spannern oder Wagnergerät aus pathophysiologischen Gründen der Vorzug gegenüber anderen Verfahren zu gewähren ist.
Die korrekte Indikation für die operative Frakturversorgung mit Osteosynthese erfordert vom Chirurgen hohen Ausbildungsstand sowie Erfahrung und Kenntnisse im Umgang mit Osteosynthesen, denn, so WILLENEGGER, das A und O einer guten Indikationsstellung ist die Beherrschung der Behandlungsmethoden. Der Chirurg muß sich aber darüber klar sein, daß grundsätzlich die konservative Therapie einer falsch indizierten und technisch schlechten Osteosynthese überlegen ist (REHN).

2.4. Gefahren der Osteosynthese

Die Gefahren, welche die operative Frakturversorgung in sich birgt, sind mannigfaltig und nicht zu unterschätzen. Neben den spezifischen Komplikationen und Risiken der Osteosynthese muß mit allen allgemeinen Gefahrenmomenten eines operativen Eingriffs gerechnet werden. Über allem steht jedoch als wichtigste und klassische Gefahr der Osteosynthese die Infektion. Auch unter der Voraussetzung, daß die Osteosynthese in ihrem vollen Umfang vom Operateur beherrscht wird, bleibt doch als entscheidender Gesichtspunkt das Risiko der Wundinfektion, die bis zur Osteomyelitis führen kann, bestehen.
SCHNEIDER nennt als weitere Gefahren der Osteosynthese die verzögerte Heilung, die Pseudarthrose, den Metallbruch, die Refraktur nach Materialentfernung, sowie die Fixation einer Fehlstellung. Eine verzögerte Heilung kann nach Osteosynthesen auftreten, wenn der Weichteilmantel stark traumatisch geschädigt oder operativ nicht genügend geschont wurde und das Osteosynthesematerial falsch dimensioniert ist. Bei korrekt durchgeführten Osteosynthesen und richtiger Indikation ist die verzögerte Heilung eine Seltenheit, ähnlich der Pseudarthrose, die entstehen kann, wenn nicht genügend Stabilität durch das Osteosynthesematerial gewährleistet wird. Nach SCHNEIDER kann nur vitaler oder revitalisierter Knochen heilen. Die Vitalität des Knochens darf deshalb durch die Osteosynthese nicht gefährdet werden. Im durchbluteten Knochen setzt normalerweise drei Wochen nach Entstehung einer Fraktur ein starker Regenerationsvorgang mit regem Umbau ein. Es empfiehlt sich, will man bei besonders schwierigen Frakturformen keine Heilungsstörung in Kauf nehmen, die Osteosynthese erst zu diesem Zeitpunkt vorzunehmen; eventuell unter primärer oder sekundärer Anlagerung von autologer Spongiosa.
Das Problem des Metallbruches stellt sich immer dann, wenn durch Heilungsverzögerung Materialermüdungen induziert

werden. Doch auch durch unvernünftige, zu frühe Belastung kann es zum Bruch von Platte oder Schraube kommen, wobei lediglich die Marknagelung hohen Grad an Stabilität gewährleistet. Die Osteosynthese setzt deshalb vom Patienten, der sich meist schon einige Tage nach der Operation gut fühlt und alle Gliedmaßen bewegen kann, einen gewissen Vernunftgrad voraus. Da heute überall das Instrumentarium der Schweizer AO Anwendung findet,beruhen die Metallbrüche praktisch nicht mehr auf Materialfehlern.
Das Metall kann jedoch brechen, wenn der Operateur die biomechanischen Grundlagen der Osteosynthese nicht beherrscht oder vernachlässigt. Es ist für den Chirurgen nicht immer einfach, im Rahmen der Nachbehandlung die Belastungsstabilität der Fraktur genau vorherzusagen, da die callusfreie, primäre Knochenheilung nach Osteosynthese keine röntgenologischen Anhaltspunkte bietet. Zu frühe Vollbelastung ist vor allem bei Schrauben- und Plattenosteosynthese gefährlich, da hier zwar direkt nach Abschwellung der operierten Gliedmaße und Rückgang des Operationsschmerzes aktive Bewegungsübungen begonnen werden können (SIMON), Belastungsstabilität unter Umständen jedoch später als nach konservativer Therapie eintreten kann. Das Risiko der Refraktur nach Metallentfernung besteht vor allem bei den Plattenosteosynthesen. Bei nicht fachgerechter Dimensionierung der Platte in Relation zum Knochenumfang kann es zur Schwächung des Knochens durch Reduktion und Spongiosierung der Korticalis kommen (SCHNEIDER). Durch die selbstspannende Schlitzlochplatte, die heute zum Instrumentarium der AO zählt, ist diese Gefahr der Rückbildung des Knochens vermindert worden. Immer sollte sich der Chirurg über die Gefahr der Refraktur im klaren sein bei Verwendung einer zu starren, überdimensionierten Platte als Notlösung bei nicht vollständigem Instrumentarium. Nach REHN rührt ein Teil der Fehlleistungen daher, daß sich die Versorgung einer Fraktur nach dem vorhandenen Material richten muß.

Ein weiteres Gefahrenmoment der Osteosynthese stellt die Notwendigkeit einer zweiten Operation zur Metallentfernung dar. Dieser Eingriff, der nach vollständiger

knöcherner Durchbauung der Fraktur je nach Osteosyntheseart nach 1-2 Jahren erfolgen soll, birgt erneut die Gefahr einer iatrogenen Schädigung des Knochens.
Das Problem der Fixation einer Fehlstellung durch Osteosynthese ist nicht gering einzuschätzen und macht die Notwendigkeit einer erfahrenen Indikationsstellung deutlich. Das postoperative Röntgenbild ist in jedem Falle ein Beweis für die Qualität der durchgeführten Osteosynthese. Hier lassen sich Fehlstellungen erkennen, die dann evtl. eines neuen Eingriffs bedürfen. Ist a priori die Gefahr für den Chirurgen in hohem Grad gegeben, daß er einen komplizierten Bruch mit Gelenkbeteiligung nicht wieder anatomisch reponieren kann, so stellt die Indikation zur Osteosynthese einen Kunstfehler dar, da der operative Eingriff eine Fehlstellung besiegelt. Das Entstehen einer posttraumatischen Osteomyelitis ist nach KLEMM die folgenreichste lokale Komplikation nach offenen Knochenbrüchen und Osteosynthesen. Das Infektionsrisiko ist heute nach wie vor nach ALLGÖWER die Schicksalsfrage der Osteosynthese geblieben. Dies, trotz zahlreicher räumlicher, technischer und apparativer Verbesserungen in den heutigen Kliniken mit starker Betonung der Asepsis und Antisepsis, verbesserter Operationstechniken und zunehmender Osteosyntheseerfahrung der Chirurgen.
Nur durch die richtige Einschätzung der Osteosyntheserisiken und Gefahren können dem Patienten viele Unannehmlichkeiten und ein nach Manifestation einer Osteomyelitis tragisches Schicksal mit langen Kliniksaufenthalten und Invalidität erspart bleiben.

3. DIE OSTEOMYELITIS

3.1. Definition

Der Begriff Osteomyelitis beinhaltet akute und chronische Entzündungsformen des Knochens. Nach BÖHM und KÖNN umfasst die Osteomyelitis als infektiöse Entzündung in Form einer Panosteitis alle Bauelemente des Knochens, also Knochenmark und Telea ossea. Dies wird verständlich, wenn man sich vor Augen führt, daß der Knochen mit all seinen verschiedenen Bauelementen nach BÖHM und KÖNN eine funktionelle Einheit darstellt. Die bakterielle Infizierung und Abszedierung des Knochens kann hämatogen erfolgen, was sodann als endogene Osteomyelitis bezeichnet wird. Zu dieser Form zählt als wichtigster Vertreter die akute und chronisch hämatogene Osteomyelitis des Kindes- und Jugendalters. Es kann jedoch auch zu einer Entzündung des Knochens durch mittel- und unmittelbare bakterielle Kontamination von außen kommen, was unter dem Bild der exogenen Osteomyelitis zusammengefaßt wird. Die exogene Form hat heute in Form der posttraumatischen Osteomyelitis gegenüber der immer seltener werdenden endogenen Form durch zunehmende Zahl offener Frakturen sowie häufiger operativer Versorgung primär geschlossener Frakturen eine Prävalenz erreicht.

3.2. Das Erregerspektrum der Osteomyelitis

Nach wie vor stellt der 1880 von Pasteur entdeckte grampositive Staphylokokkus aureus den wichtigsten Erreger der endogenen und exogenen Osteomyelitis dar (GRUNDMANN, HELLNER, SCHMITT).
Bei der posttraumatischen Osteomyelitis zeigt sich hinsichtlich der Infektionserreger eine gewisse Wandlung, was dadurch bedingt wird, daß virulente, gramnegative Hospitalismuskeime, die nur schlecht antibiotisch anzugehen sind, immer mehr an Bedeutung gewinnen. Zwar behauptet auch hier

Staph. aureus haemolyticus nach wie vor seine dominierende Rolle als wichtigster Erreger mit einer Beteiligung von 40 bis 80% (BURRI), jedoch erscheint heute die Zahl der Staph.-aureus-Infekte eher rückläufig und macht im Durchschnitt nur noch die Hälfte aller Wundinfektionen aus (LINZENMEIER). Als weitere wichtige Erreger der posttraumatischen Osteomyelitis gelten nach Angaben BURRIS folgende Keime: Streptokokken in 0-30% der Fälle, Staph. albus in 0-34,1%, Staph.epidermis in 0-21%, Coli in 0-17,5%, Proteus in 0-18%, Pseudomonas in 0-45%, Klebsiella in 0-23% und Pyocyaneus in 0-70%.

Intraoperative Abstriche bei aseptischen Gliedmaßenoperationen lassen erkennen (VASEY), daß die Primärinfektion bei der posttraumatischen Osteomyelitis überwiegend durch Staphylokokken, Streptokokken und Coli verursacht wird, während gramnegative Keime überwiegend erst durch Sekundär- und Superinfektion Bedeutung gewinnen.

Wie bei der hämatogenen Form kommen auch bei der posttraumatischen Osteomyelitis die Erreger sowohl in Mono- als auch in Mischinfektion mit zwei oder mehr Keimen vor, wobei letztere jedoch bei der exogenen Knocheninfektion deutlich überwiegt. MITTELMEIER gibt die Rate der Mischinfektion im eigenen Krankengut mit 17,6% an; nach FEISCHEL ist sogar bei der Hälfte der Fälle eine Mischflora nachweisbar.

Die Keimbesiedlung der durch Verletzung oder intraoperativ entstandenen Wunde bleibt bei Angehen einer knöchernen Infektion nicht konstant, vielmehr kommt es durch die Krankenhausbehandlung zum Keimwechsel infolge Neubesiedlung und Reinfektion (LINZENMEIER). Bei der Superinfektion mit resistenten Hospitalkeimen besitzen neben Staph.aureus die gramnegativen 'Problemkeime' (Klebsiella, Pseudomonas, Proteus) große Bedeutung (KANZ, KOSLOWSKI, LINZENMEIER u.a.).
Dieser zum Teil permanente Keimwechsel ist ein Merkmal des bakteriologischen Hospitalismus, der vor allem durch die zunehmende Antibiotikaresistenz der virulenten Klinikskeime kompliziert wird. So sind nach Angaben LINZENMEIERS nur noch $^{1}/_{4}$ der Staphylokokken auf Antibiotika empfindlich.

Die Herkunft der die knöcherne Infektion verursachenden Erreger ist unterschiedlich. Ein Teil der Osteomyelitiden entsteht durch Erregerkontamination am Unfallort (offene Frakturen), der bedeutendere Teil der Erreger rekrutiert sich jedoch aus dem Krankenhaus mit seinen Patientenzimmern und Operationssälen. Schließlich kann der Patient als Keimträger von Bedeutung sein.

Als wichtigste und gefährlichste Infektionsquelle erweist sich nach KANZ der Patient, nach BURRI das Personal auf den Stationen und im OP-Trakt; beide Gruppen stellen trotz konsequenter Hygienemaßnahmen immer einen Unsicherheitsfaktor dar. Der Keimgehalt der Räume, Apparaturen und der Luft läßt sich heute durch moderne Desinfektionsmaßnahmen (Desinfektionsmittel, UV-Licht, Bestrahlung, Luftfilter etc.) auf einem niedrigen Nenner halten, der den Anforderungen der Asepsis gerecht wird.

Das immer mehr in Erscheinung tretende Bakterium Pyocyaneus aeruginosa gilt als besonders schwierig zu beherrschender Keim, der in Form von Mischinfektionen mit anderen gramnegativen Keimen in letzter Zeit stark zugenommen hat. Als ausgesprochener Abwasserkeim, so KOCH, mit optimalen Wachstumstemperaturen von 35° bis 38°C, findet er einen günstigen Nährboden in Waschbecken, Badewannen und Ausgußabflüssen unserer Kliniken.

In einer Epikrise von 203 infizierten Osteosynthesen (Kantonspital Liestal) ergaben sich in 28,8% der Fälle Pyocyaneusbeteiligung. Auch bei Untersuchungen von HIERHOLZER und Mitarbeitern an 200 Patienten mit posttraumatischer Osteomyelitis konnte eine ähnliche Beteiligung von Pyocyaneus als zweitwichtigstem Keim neben Staph. aureus nachgewiesen werden. Schlechtere Heilresultate sind dabei durch Pyocyaneusbeteiligungen nicht zu erwarten, jedoch ist die Behandlungsdauer, so die Autoren, in allen Fällen mit Pyocyaneusbefall deutlich verlängert.

Der Erregernachweis und das Antibiogramm besitzen für die gezielte antibiotische Therapie der posttraumatischen Osteomyelitis, vor allem wegen der häufig wechselnden Mischinfektionen, eine entscheidende Bedeutung.

3.3. Formen der Osteomyelitis

Die Osteomyelitis wird heute allgemein in eine endogene und exogene Form unterteilt, je nachdem ob die bakterielle Infizierung des Knochens über den Blutweg oder auf direktem oder indirektem Weg von außen stattfindet.

Endogene Osteomyelitis:
Die Erreger erreichen von einem Streuherd ausgehend auf dem Blutweg des Knochens. Zu dieser Form zählt die akute und chronische h ä m a t o g e n e Osteomyelitis.

Exogene Osteomyelitis:
Die Erreger erreichen von außen direkt oder per continuitatem über infizierte Weichteile den Knochen. Hierzu zählen die akute und chronische p o s t t r a u m a t i s c h e Osteomyelitis.

3.3.1. Die hämatogene Osteomyelitis

Im Gegensatz zur überwiegend lokalisierten Infektion der exogenen posttraumatischen Osteomyelitis handelt es sich bei der hämatogenen Osteomyelitis, die hauptsächlich im Säuglings- und Kindesalter auftritt, um eine schwere Allgemeininfektion, die als septische Metastase eines Primärherdes entsteht.
Nach Haften der Erreger im Knochen, was nach GRUNDMANN von immunologisch allergischen Abläufen abhängig ist, läuft eine eitrige Entzündung mit exsudativen, proliferativen und resorptiven Vorgängen ab (BISCHOFSBERGER).
Röntgenologisch läßt sich die Diagnose frühestens nach zwei Wochen erhärten durch die erst dann zum Teil erkennbare verwaschene Knochenstruktur mit periostalem Saum (FLACH).
Die Therapie hat im akuten Stadium neben Ruhigstellung im Gips im wesentlichen einen antibiotischen Schwerpunkt; die chronische Form bedarf in den meisten Fällen einer chirurgischen Sanierung der osteomyelitischen Herde.

3.3.2. Die posttraumatische Osteomyelitis

Bei der exogenen Form der Osteomyelitis wird nach KÖNN und POSTBERG die Knocheninfektion auf direktem Weg verursacht, wobei die Keime von außen über eine Verletzungsstelle mittelbar oder unmittelbar an den Knochen gelangen.
Die exogene Osteomyelitis wird auch als posttraumatische Osteomyelitis bezeichnet, da bei der exogenen Infektion eine mechanische, thermische oder chemische Einwirkung auf den Knochen oder das umgebende Integument bestanden hat. Das Trauma ist dabei nach MITTELMEIER im allgemeinen nicht der aetiologisch entscheidende Faktor. Die traumatische Gewebeschädigung ist nur das potentielle Subtrat, auf dem sich die Osteomyelitis dann entwickelt, wenn entzündungserregende Bakterien der Umwelt unmittelbar oder mittelbar durch eine Wunde den Knochen exogen infizieren können (MITTELMEIER).

4. ALLGEMEINES ZUR POSTTRAUMATISCHEN OSTEOMYELITIS

4.1. Aetiologie der posttraumatischen Osteomyelitis

Die posttraumatische Osteomyelitis als schwerste Form der Wundinfektion nach Osteosynthese bedeutet nach ALLGÖWER eine Katastrophe, die auch den Chirurgen durch das Gefühl einer Mitverantwortung belastet und ihn vor die Frage nach der Beachtung aller Infektionsursachen stellt. Dies gilt vor allem für die mit Osteosynthese versorgte geschlossene Fraktur, die erst durch den operativen Eingriff zu einer offenen Fraktur wird und dann ein Infektionsrisiko in sich birgt.
Nach SCHAUWECKER ist die primäre Ursache der Knocheninfektion das Vorhandensein und Virulenz pathogener Keime. Als sekundäre Ursachen sind alle die Faktoren zu sehen (SCHAUWECKER), welche die Invasion und das Wachstum der einge-

drungenen Keime ermöglichen.
HIERHOLZER et al. nennen als pathogenetisch entscheidende Faktoren und Voraussetzungen der posttraumatischen Osteomyelitis die Keimbesiedlung durch offene Fraktur, Knochenoperation oder auf dem Boden durchblutungsgestörter Weichteile, sowie die Knochenverletzung, welche durch Bruch, Knochenoperation oder Weichteilquetschung mit knöchernem Nekroseraum entstehen kann.
Da es weder eine keimfreie Verletzungswunde noch Operationswunde gibt (SCHAUWECKER,WELLER), ist es für das Manifestwerden einer knöchernen Infektion entscheidend, wie zum einen die Abwehrmechanismen des Patienten geartet sind, wie Konstitution, unspezifische und spezifische Abwehr (REHN), zum anderen die Eigenschaften des Keimbefalls (Virulenz, Resistenz und Quantität der Keime) geartet sind (REHN).
Im Verhältnis Keimzahl - Körperabwehr sind nach SCHAUWECKER, WELLER drei Kombinationen von Bedeutung:
1. geringe Keimzahl - gute Abwehr - kein Infekt
2. große Keimzahl - gute Abwehr - Infekt
3. geringe Keimzahl - geringe Abwehr - Infekt
ad 1: Eine geringe Erregerkontamination bei guter Abwehrlage des Patienten ist heute bei der überwiegenden Zahl geschlossener, mit Osteosynthese versorgter Frakturen und orthopädischer Operationen, gegeben. Dies beruht auf der starken Betonung von Asepsis und Antisepsis in den heutigen Krankenhäusern und vielen technischen, räumlichen und apparativen Verbesserungen, sowie der zunehmenden Osteosyntheseerfahrung der Chirurgen.
ad 2: Massive Erregerinvasion beobachtet man vor allem bei offenen Frakturen und heute kaum noch gehandhabten Operationen in septischen Operationsräumen. Wenn es hier trotz guter allgemeiner und lokaler Abwehrlage zum Infekt kommt, so deshalb, weil nur mit Hilfe der Entzündungsreaktion der Organismus die Vielzahl virulenter Keime eleminieren kann.
ad 3: Hier sei auf die große Zahl der heute operativ mit Osteosynthese versorgten Frakturen des Alters hingewiesen.

Bestehende Grundkrankheiten können in ausgeprägter Form eine schlechte Immunitätslage hervorrufen, die schließlich einen knöchernen Infekt postoperativ zur Folge haben kann. Doch neben der schlechten allgemeinen Abwehrsituation muß die teilweise erst bei operativer Frakturversorgung iatrogen entstehende lokale Abwehrsituation berücksichtigt werden. Eine solche kann immer dann entstehen, wenn bei Inspektion und Reposition der mit Osteosynthese versorgten Fraktur im umgebenden Weichteilmantel schlecht durchblutete devitalisierte Zonen entstehen, welche nicht nur die körperliche Abwehr schwächen, sondern auch einen günstigen Nährboden darstellen, auf dem schon wenige virulente Keime eine Infektion bis hin zur Osteomyelitis bewirken können.

Dies verdeutlicht, daß die Entstehung einer posttraumatischen Osteomyelitis von zahlreichen Faktoren abhängig ist, die neben den pathogenetisch entscheidenden Voraussetzungen (Trauma und Keiminvasion) in Betracht gezogen werden müssen.

Die Wundkontamination mit Erregern kann nach MÜLLER auf vier Wegen einhergehen: außerhalb des Krankenhauses, im Krankenhaus, vom Patienten aus und im Operationssaal. Da sich über 90% der Wunden im OP kontaminieren (MÜLLER), kommt den Hygienemaßnahmen in der Operationsabteilung eine besondere Bedeutung zu. Hochsterile, intermittierend mit UV-Licht bestrahlte Operationsboxen, mit Laminar - Air - Flow oder turbulenzarmem Verdrängungssystem und mit bis zu 800 - fachem Luftwechsel pro Stunde haben nach MÜLLER zwar eine neue Epoche in der OP-Hygiene eingeleitet, doch konnten diese räumlichen und technischen Verbesserungen - so lassen große statistische Untersuchungen in Amerika, Frankreich und der Schweiz erkennen - die Infektionsrate nach Osteosynthesen nicht wie erwartet entscheidend senken.
Ein wichtiger Grund hierfür dürfte die schon oben erwähnte Abhängigkeit der Infektionsmanifestation von der Abwehrsituation des Operierten darstellen. So beweisen Untersuchungen von VASEY anhand mehrerer tausend Fälle eine Infektionshäufigkeit mit zunehmendem Alter über 60 Jahren.
Bei Patienten mit Grundkrankheiten (Diabetes, Neuropathien und septische Affektionen) konnte VASEY einen Infektanstieg

um das 2 - 4fache ermitteln. In allen Fällen zeigte sich eine bevorzugte Lokalisation der posttraumatischen Osteomyelitis an der unteren Extremität, vor allem Hüfte, Ober- und Unterschenkel (VASEY). Entscheidend abhängig erscheint nach MÜLLER die Infektionsrate vom technischen Können des jeweiligen Operateurs, wobei Operateure mit weniger als 2jähriger Erfahrung nach Untersuchungen von CAUCHOIX etwa die doppelte Infektionsrate in ihrem Krankengut aufweisen wie Kollegen mit mehr Erfahrung.

Das Operieren in stark geschädigten Weichteilen, wie sie etwa nach offenen Frakturen auftreten, beinhaltet a priori ein erhöhtes Infektionsrisiko. Bei primär geschlossenen Frakturen sollte deshalb so gewebeschonend wie möglich mit nur sparsamer Darstellung der Fraktur operiert werden, da größere und längere Operationen die Infektwahrscheinlichkeit erhöhen.

Große Bedeutung hinsichtlich eines Infektauftretens muß der im Frakturgebiet erreichten Stabilität zuerkannt werden. Der bei der Osteosynthese verwendete metallische Fremdkörper wird nur solange vom Organismus toleriert, wie eine feste Einheit mit dem Knochen besteht und die unter stabiler Ruhe ablaufenden Regenerationsvorgänge ermöglicht werden. Jede nicht stabile Osteosynthese aber kann zur Förderung der Knocheninfektion beitragen und bei vorliegender Osteomyelitis ein Fortbestehen der Infektion begünstigen. Eine besondere Gefährdung stellen nach MITTELMEIER die kleinen Osteosynthesen dar mit Cerclagen, Rushpins und Bohrdrähten.

Auch ein Zuviel an Osteosynthese, wie etwa ein zu starkes Aufbohren der Markhöhle bei der Nagelung oder die Verwendung einer zu breiten Platte (SCHAUWECKER), erhöht die Chance eines postoperativen Infektes. Adäquates gilt auch für unsachgemäße postoperative Behandlungsmaßnahmen, wie energische fremdtätige Bewegungsübungen (SCHAUWECKER), sowie Heißluft - und Massagebehandlung, die in jedem Fall kontraindiziert sind.

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß nach FRIEDRICH et al. die Zeitdauer zwischen Knochenoperation bzw. Unfall

und Auftreten der Osteomyelitis für das Entstehen der Infektion Bedeutung haben muß. So traten in einem begrenzten Krankengut nach primärer Osteosynthese nur viermal Infekte auf, während es nach sekundärer Osteosynthese (nach Tagen und Monaten) zwanzigmal zur Osteomyelitis kam.

Berücksichtigt der erfahrene, geschulte Operateur alle primären und sekundären Ursachen des Knocheninfektes, und verfügt er über moderne Operationsbedingungen, so muß heute nach statistischen Auswertungen der AO mit einer Häufigkeit der posttraumatischen Osteomyelitis von bis zu 2% nach geschlossenen Frakturen und bis zu 10% nach offenen Frakturen gerechnet werden. Die Infektionsquote nach offenen Brüchen erscheint zwar gravierend, doch muß hier berücksichtigt werden, daß heute auch schwerste Verletzungen mit Gefäß-, Nerven- und Weichteilschäden als Alternative zur Amputation mit Osteosynthese versorgt werden (BURRI), und nach Untersuchungen von FRIEDRICH et al. die konservative Versorgung derartiger Frakturen ein wesentlich höheres Osteomyelitisrisiko in sich birgt.

4.2. Pathophysiologie der posttraumatischen Osteomyelitis

Die eingedrungenen Erreger bewirken - anders als bei der akuten hämatogenen Form - primär keine schwere Allgemeininfektion, sondern beschränken sich auf eine Lokalaffektion, die nach BURRI sekundär allgemeine Krankheitserscheinungen auslösen kann. LÜDECKE et al. zufolge handelt es sich bei der posttraumatischen Osteomyelitis um eine gegenüber der akuten hämatogenen Form pathogenetisch und klinisch völlig anderen Krankheitsform, was auch pathophysiologisch erkennbar ist. Die hämatogene Osteomyelitis ist nach Haftung der Erreger im betroffenen Knochengewebe von Hyperämie und Zellreichtum begleitet; die posttraumatische Osteomyelitis ist demgegenüber gekennzeichnet durch Avascularität des traumatischen Knochenbereichs (LÜDECKE et al.).

Nach PLAUE ist jeder der bekannten Erregerstämme für sich allein geeignet, die verschiedenen morphologischen Varianten der exogenen Osteomyelitis hervorzurufen. Neben den Bakterien können nach PLAUE auch physikalisch chemische Noxen, wie sie etwa bei der abakteriellen Metallose auftreten, die Entzündung des Knochens bedingen.

4.2.1. Posttraumatische Osteomyelitis ohne Osteosynthese

Zu dieser Gruppe gehören alle Osteomyelitiden, die ohne primäre Verletzung des Knochens entstanden sind, sowie solche, die nach nicht durch Osteosynthese versorgten offenen Frakturen und Schußverletzungen zustande kommen.

Bei der ohne primäre Knochenschädigung entstandenen posttraumatischen Osteomyelitis wird die Markhöhle des gefährdeten Knochens meist gegen den Infekt, der von außen an das intakte Periost herangetragen wird, durch eine vitale Kortikalis-Barriere abgeschlossen.

Nach Entfernung der entstandenen Schalensequester kann es nach BURRI zum Abklingen des Infektes kommen. Der günstige Heilungsverlauf wird erklärlich, wenn man sich vor Augen führt, daß bei dieser Phase der Osteomyelitis die Durchblutungsverhältnisse im primär nicht geschädigten Knochen intakt sind. Eine analoge Knocheninfektion kann auch durch das traumatische Gelenkempyem, wie es iatrogen nach intraartikulären Injektionen vorkommt, verursacht werden.

Durch Schuß- und Granatsplitterverletzungen können die Erreger direkt mit dem Fremdkörper in den Knochen gelangen und hier innerhalb kurzer Zeit einen Infekt hervorrufen, der sich, so BURRI, in multizentrischen Herden manifestiert, meist aber auf die Ausdehnung des traumatischen Schadens beschränkt bleibt.

Auch bei der offenen Fraktur 1.Grades mit nur kleinsten Durchspießungswunden gelangen die Erreger direkt in die

Markhöhle und breiten sich dem Frakturverlauf folgend aus. Die Kontamination mit gefährlichen Keimen geschieht dabei weniger an der Unfallstelle selbst, als vielmehr auf dem Transport und in der Klinik, wobei durch nicht sachgemäße Versorgung Hospitalismuskeime in den Verletzungsbereich gelangen und zur Osteomyelitis führen können.
Ob es zur Infektion kommt und wie eine solche verläuft, hängt, nach BURRI, von wesentlichen Kriterien ab wie Ausmaß des Haut-, Weichteil- und Knochentraumas auf der einen Seite und der Resistenz des Patienten und Virulenz der Keime auf der anderen Seite; vor allem berücksichtigt werden müssen jedoch die Zirkulationsverhältnisse der Knochen, die durch das schwere Trauma der offenen Fraktur in Mitleidenschaft gezogen sind.
Pathophysiologisch für das Angehen eines Infektes in dieser Phase ist auch die Instabilität im Frakturbereich, die vor allem nach konservativer Behandlung der offenen Fraktur angetroffen wird. Die resultierende Osteomyelitis umfaßt alle Schichten des Knochens vom verletzten Periost über die Kortikalis bis zum Markraum. Erst in der nicht vom Trauma geschädigten nahen Umgebung des frakturierten Knochens kann eine vitale Barriere aus Granulationsgewebe aufgebaut werden, die ein weiteres Vordringen des Infektes auf gesunde Knochenpartien vielfach erschwert und zur Lokalisierung des Infektgeschehens führt.
Voraussetzung für reparative Vorgänge mit Granulation und Proliferation ist ausreichende Stabilität im Frakturgebiet, die in den meisten Fällen nur durch operative Versorgung mit Hilfe der Osteosynthese erreicht werden kann. Ungenügende oder falsche chirurgische Behandlung kann durch Eiterretension zu einem circulus vitiosus führen, wodurch eine Ausdehnung des Infektes in vitale Knochenbereiche möglich wird.

4.2.2. Posttraumatische Osteomyelitis nach Osteosynthesen

Die Pathophysiologie der posttraumatischen Osteomyelitis nach infizierten Osteosynthesen wird im wesentlichen bestimmt durch die Knochen- und Weichteilverletzungen sowie durch die Art der durchgeführten Osteosynthese. Bei der geschlossenen Marknagelung etabliert sich die Infektion zuerst in der Markhöhle und erst sekundär wird der Frakturspalt ergriffen. Die resultierende Markphlegmone folgt dem Marknagel und manifestiert sich klinisch an der Nageleinschlagstelle. Für das Entstehen des Markrauminfektes sind zwei Faktoren ausschlaggebend: zum einen die infektiösen Erreger, die beim Aufbohren oder Einschlagen in den Markraum gelangen, zum anderen das durch den Bohrvorgang entstehende avitale Knochengewebe. Letzteres ist für das Angehen der Infektion das entscheidende Agens, da die Erreger in gut vitalisiertem Gewebe nur selten eine Osteomyelitis bedingen. Durch das Auffräsen des Markraumes wird nach SCHWEIBERER et al. die intraossäre Blutversorgung, die beim langen Röhrenknochen zum überwiegenden Teil aus den Medullargefäßen (arteria nutritia) erfolgt, erheblich gestört und temporär sogar aufgehoben.
Die beim Aufbohren der Markhöhle entstehenden avitalen Knochenbezirke sowie das Bohrmehl, welches zusammen mit Hämatom aus dem Frakturspalt gepreßt wird, bilden nach SCHWEIBERER et al. einen guten Nährboden für eingeschleppte Keime. Nach BURRI richten sich die pathophysiologischen Gesichtspunkte der Osteomyelitis nach Marknagelung weitgehend nach der erreichten Stabilität. Die Markrauminfektion erweist sich als relativ gutartig, wenn durch die Nagelung ausreichende mechanische Ruhe im Frakturbereich gewährleistet ist und so die reparativen Vorgänge am Knochen ablaufen könen.
Bei der offenen Marknagelung können die Erreger neben dem oben angeführten Infektionsmodus auch durch die vorhandene oder operativ gesetzte Wunde an den Knochen oder in dessen Umgebung gelangen. Es kann dithin von innen und außen zum

Knochenuntergang kommen, wodurch die Kortikalis von beiden Seiten aufgelöst wird, was eine vollständige Zerstörung des Knochens zur Folge haben kann. Diese Erkenntnis läßt Autoren, wie SCHWEIBERER, ALLGÖWER, BURRI, REHN, zu der Ansicht kommen, daß die offene Fraktur möglichst nicht durch Nagelosteosynthese versorgt werden sollte. Der verletzte ernährungsgestörte Weichteilmantel, von Hämatomen und Ödemen durchsetzt, ist, nach SCHWEIBERER, Grund genug, um eine zusätzliche, wenn auch nur zeitlich begrenzte, Ischämie des gesamten Knochens nicht in Kauf zu nehmen. Dennoch betont BURRI, daß auch bei offener Marknagelung, bei erreichter Stabilität und Ruhe im Frakturgebiet sich der Infektionsverlauf als relativ gutartig erweisen kann.

Die Pathophysiologie der Infektion nach Platten- und Schraubenosteosynthese weist gegenüber der nach Marknagelung bestimmte Unterschiede auf. Die Infektion nimmt in den meisten Fällen bei offener wie geschlossener Fraktur ihren Ausgang von einem infizierten Hämatom, wobei die Keime entweder durch eine iatrogene Schädigung oder bei offenen Frakturen durch Unfallmechanismus und unsachgemäße Erstbehandlung in den Frakturbereich gelangen. Wird der Infekt nicht in seinem Frühstadium diagnostiziert, und bleibt also eine gezielte frühe Therapie aus, so kann sich der knöcherne Infekt je nach Zustand des Weichteilmantels über das ganze Operationsgebiet ausbreiten. Bei lege artis durchgeführter Osteosynthese nach geschlossenen Frakturen schreitet die Infektion jedoch meist nur langsam entlang der Schraubengewinde und des Frakturspalts in die Tiefe, da im primär heilenden Knochen eine vitale Barriere aufgebaut wird, die bei richtiger Therapie zu raschen Beherrschungen der Osteomyelitis führt. Sind die Frakturspalten nach durchgeführter Osteosynthese nicht eng adaptiert, wie etwa bei Minimalosteosynthesen bei schweren offenen Frakturen, so kann sich die Infektion entlang dem vorgezeichneten Weg in die Tiefe bis hin zum Markraum und in die übrige Kortikalis ausdehnen, wobei jedoch eine Markraumphlegmone äußerst selten entsteht.

Wie bei der Marknagelung ist auch bei der Platten- und Schraubenosteosynthese die erreichte Stabilität Garant für einen relativ benignen Ablauf der Infektion unter der Voraussetzung vitaler Weichteile und suffizienter, frühzeitiger Therapie, während Instabilität einen aggressiven Osteomyelitisverlauf bedingen kann, der schließlich den ganzen Knochen gefährdet.
Pathophysiologisch besonders ungünstig ist der Verlauf der posttraumatischen Osteomyelitis nach Verwendung von Cerclagen, da durch die zirkuläre Fixation der Fragmente die Durchblutung des Periostes empfindlich gestört ist und aufgrund fehlender Stabilität ein Übergreifen der Infektion auf den gesamten Knochen begünstigt wird.

4.3. Histologie der posttraumatischen Osteomyelitis

Die Osteomyelitis als Infektion aller Bauelemente des Knochens läßt sich nach ätiologischen Gesichtspunkten in eine endogene und exogene Form differenzieren. Eine histologische Abgrenzung der endogenen gegen die exogene posttraumatische Osteomyelitis ist aber nach KÖNN, POSTBERG nicht möglich. Es lassen sich lediglich Verlaufformen der Osteomyelitis unterscheiden, die, je nach Alter und Abwehrlage des Patienten, Zahl und Virulenz pathogener Keime sowie durchgeführter Therapie mehr oder weniger deutlich ausgeprägt sind.
Bei Untersuchungen von KÖNN und POSTBERG an 273 Osteomyelitiden mit überwiegender Beteiligung der langen Röhrenknochen der unteren Extremität ließ sich in 74 Fällen (27,1%) ein ausschließlich produktiv-persistierender Verlauf feststellen, in 24,2% ein chronisch exsudativ - eitriger Verlauf und in 48,7% ein Nebeneinander von produktiver und eitriger Entzündung feststellen. Als dritte wichtige Form sei die chronisch - vernarbte (inaktive) Osteomyelitis genannt.

Die chronisch exsudativ-eitrige Osteomyelitis ist gekennzeichnet durch in der verödeten Markhöhle des befallenen Knochens befindliche Abszesse und verläuft nach BURRI um einen zentralliegenden Sequester ab, der nach außen über Fistelkanäle zu Fisteleiterungen Anlaß geben kann. Die mittelständig gelegene Knochennekrose, in der sich häufig kleine Bakterienkolonien nachweisen lassen, ist nach außen umgeben durch einen Wall von Entzündungszellen und faserreichem Bindegewebe. Die Fisteleiterung kann den Entzündungsverlauf komplizieren und beinhaltet die Gefahr einer neoplastischen Entartung (0,2 - 2,0%) in Form eines Fistelkarzinoms oder -sarkoms (BURRI).
In Abhängigkeit von der Abwehrsituation des Patienten lassen sich verschiedene Varianten der exsudativ-eitrigen Osteomyelitis unterscheiden.
Bei der aggressiven Form dominieren nekrotische Vorgänge mit Sequesterbildung des Knochens, während beim Brodieabszeß das Granulationsgewebe überwiegt. Bei der Osteomyelitis albuminosa, die klinisch durch relativ gutartigen Verlauf charakterisiert ist (BURRI), beherrschen vor allem plasmazelluläre Infiltrationen das histologische Bild.
Die chronisch-peristierende Osteomyelitis gilt als gutartigste Verlaufsform der posttraumatischen Osteomyelitis. Man unterscheidet die stark aktive von der weniger aktiven Form, wobei letztere den Übergang zur chronisch vernarbenden (inaktiven) Form darstellt. Die chronisch - persistierenden Verlaufsformen sind gekennzeichnet durch das Fehlen von Sequestern und eitrigen Einschmelzungen, kapillarreichem Fasergewebe mit herdförmigen, rundzelligen Infiltrationen sowie Knochenanbauzonen neben lokal begrenzten Sklerosierungen (BÖHM, KÖNN).
Bei der chronisch vernarbenden Osteomyelitis sind zellige Infiltrationen nur noch vereinzelt erkennbar; charakteristisch ist ein kernarmes, faserreiches Bindegewebe, welches von überwiegend ruhenden Knochenbälkchen durchzogen wird (BÖHM, KÖNN). Die wenigen leukozytären Abszesse besitzen

Bedeutung für eine Exazerbation der inaktiven Verlaufsform (BÖHM, KÖNN).
Es läßt sich konstatieren, daß die posttraumatische Osteomyelitis mehr als die hämatogene Form durch einen überwiegend chronischen Verlauf gekennzeichnet ist,wobei eine gutartige, chronisch-persistierende und proliferative Verlaufsform von einer eitrig-exsudativen Form unterschieden werden muß. In der Mehrzahl der Fälle dominiert ein Nebeneinander beider Extremformen und bestimmt den Verlauf des mit abgeschwächter Virulenz ablaufenden lokal begrenzten, infektiösen Knochenprozesses (BURRI). Die chronisch-persistierende Form kann sich im Laufe der Zeit in die chronisch-vernarbende Form umwandeln, die als ein wenig therapeutisch zu beeinflussendes Endstadium der Osteomyelitis angesehen werden muß, da im Narben- und Schwielengewebe kleinste Mikroabszesse eine Vereigenständigung des osteomyelitischen Prozesses bedingen (BÖHM, KÖNN).

4.4. Das röntgenologische Bild der posttraumatischen Osteomyelitis

Sowohl bei der hämatogenen Osteomyelitis als auch bei der posttraumatischen Form sind die morphologischen Veränderungen am Knochen Ausdruck der entzündlichen Vorgänge, die am Periost und im Markraum ablaufen und in ihrer Intensität von der Zahl und Virulenz der Erreger sowie Gesundheitszustand, Abwehrsituation und Alter des Patienten abhängen. Der Röntgenbefund läuft den pathologisch anatomischen Veränderungen parallel, wobei jedoch röntgenologisch immer weniger Veränderungen als in Wirklichkeit vorhanden sind (FLACH). In unbehandelter Form zeigen beide Osteomyelitisformen ein, von den morphologischen Veränderungen abhängiges, adäquates Röntgenbild, welches bei der akuten hämatogenen Osteomyelitis in drei klassische Stadien unterteilt wird: Rarefikation, Destruktion und Reparation, die in der Vorantibiotikaära deutlich ausgeprägt waren.

Diese klassischen röntgenologischen Erscheinungsformen des akuten Stadiums der Osteomyelitis werden heute nur noch in abgewandelter Form erkennbar. Das gilt vor allem für die posttraumatische Osteomyelitis, die durch Chemotherapie, Implantat und frühzeitiges aktives chirurgisches Vorgehen in ihrem röntgenologischen Bild nach BURRI charakterisiert ist durch Zeichen der Knochenproliferation des subakuten oder chronischen Stadiums, während die Auswirkungen der akuten Entzündung (Rarefikation, Destruktion) im Röntgenbild nur noch laviert deutlich werden.
Typisch für die posttraumatische Osteomyelitis nach Platten- und Schraubenosteosynthese sind osteolytische Aufhellungen entlang den Bruchspalten und in direkter Umgebung des eingebrachten Metalls (BURRI), als Zeichen der lokal begrenzt ablaufenden Rarefikation und Destruktion. Größere Sequesterbildungen treten nach PLAUE bei dieser Osteosyntheseart seltener auf; sie werden überwiegend bei Osteomyelitiden nach primär instabilen Osteosynthesen beobachtet.
Die Osteomyelitis nach Marknagelung ist in ihrem Frühstadium durch eine röntgenologisch nicht darstellbare Markphlegmone markiert. Erst die manifeste Infektion äußert sich röntgenologisch mit Rarefikation- und Sequesterzeichen entlang der Verlaufsrichtung des Nagels. Der subperiostale knöcherne Randsaum tritt nur gering in Erscheinung und ist häufig im Frakturbereich unterbrochen (BURRI), was bei vorzeitiger Nagelentfernung eine infizierte Pseudarthrose bedingen kann.

Die feine trabekuläre Spongiosazeichnung im Frakturgebiet, sonst Zeichen guter knöcherner Ausheilung , wird nicht mehr erkennbar (THURN, BÜCHELER), stattdessen werden Verwischung der Trabekelzeichnung bis hin zur völligen Auflösung der Feinstruktur mit Sklerosierung und Eburnisation beobachtet (FLACH).

Formveränderungen treten zufolge FLACH vor allem am Femur auf, wo es durch hypertrophische, periostale Reaktionen zu überschießendem Knochenanbau mit unruhiger Knochenstruktur und Auftreibungen mit Höhlen und Spangenbildung kommt, während am Unterschenkel atrophische Umbauvorgänge ohne Neigung zum Knochenanbau überwiegen.

Für die chronische Verlaufsform typisch sind rezidivierend auftretende Sequesterzeichen, die nicht mehr nur in der Nähe des Frakturspaltes auftreten, sondern über den gesamten befallenen Knochen erkennbar werden sowie das Auftreten von Fisteln, welche durch Kontrastmittelfüllung der Fistelgänge dargestellt werden können. Letztere veranschaulicht die teilweise massive peri- und endossale Ausdehnung des Infekts (BURRI) und gibt Auskunft über Beziehungen der Fistelgänge zu osteomyelitischen Herden und Sequestern (FLACH).
Das Röntgenbild kann jedoch auch mit Schicht- und Vergrösserungstechnik nur wenig über die wirklichen morphologischen Veränderungen der chronischen Osteomyelitis aussagen.

4.5. Das klinische Bild der posttraumatischen Osteomyelitis

4.5.1. Normaler Heilverlauf nach Osteosynthese und Wundheilungsstörungen ohne Infektion

Eine entzündliche Reaktion in Form der aseptischen, reparativen Entzündung ist nach jeder traumatisch oder operativ verursachten Wunde physiologisch und Voraussetzung für die normale Wundheilung.
Besonders ausgeprägt sind entzündlich reparative Vorgänge nach geschlossenen Frakturen, die mit ausgedehnter Hämatombildung einhergehen. Demgegenüber treten die reparativen Entzündungserscheinungen nach primärer Osteosynthese einer geschlossenen Fraktur mit gründlicher Absaugung von Frakturhämatom und Ausräumung avitalen Gewebes nur gering in Erscheinung.
Lediglich nach Frakturen mit großen Weichteilschäden entwickelt sich auch nach Osteosyntheseversorgung eine stärkere reparative Entzündung, die in ihrem klinischen Bild den Verhältnissen nach konservativ geschlossener Fraktur mit Hämatombildung entsprechen kann.

Doch auch hier läßt sich aus epikritischen Untersuchungen (BURRI, WILLENEGGER) ableiten, daß klassische Entzündungszeichen sowie empfindliche Parameter, wie Leukozytose und Temperaturerhöhung sich bald zurückbilden, letztere nach spätestens 10 bis 14 Tagen.
Es läßt sich konstatieren, daß nach Osteosynthesen die klinischen Zeichen entzündlich reparativer Abläufe im Operations- und Frakturgebiet um so geringer ausgebildet sind, je weniger Muskeln, Haut, Gefäße, Sehnen und Bänder durch Trauma und operativen Eingriff in Mitleidenschaft gezogen worden sind.
In Abgrenzung zur manifesten Knocheninfektion erweisen sich die reparativen Entzündungszeichen nur von kurzer Dauer und lassen schon bald wieder eine aktive schmerzfreie Bewegung der betroffenen Extremität zu.
Differentialdiagnostisch muß auch an das Vorliegen eines Hämatoms gedacht werden, welches bereits eine schwerwiegende Störung des Heilverlaufs vor allem bei subcutan liegendem Osteosynthesematerial darstellt.
Nach BURRI verlangt ein solches Hämatom einen sofortigen chirurgischen Eingriff, um die Gefahr des Übergreifens der Infektion vom infizierten Hämatom auf den Knochen zu beseitigen.
Heilungsverzögerungen der Haut und Weichteile sind nach korrekt indizierter und ausgeführter Osteosynthese selten, treten jedoch bei Osteosynthesefehlern häufiger auf. Besonders ungünstig und gefährlich sind Nekrosebildungen der Haut, welche bis in die Subcutis reichen können und bei subcutan liegendem Metall eine direkte Gefährdung des Knochens beinhalten. Wie groß in einem solchen Fall die Osteomyelitisgefahr für den ohne vitalen, bindegewebigen Schutz daliegenden Knochen ist, läßt sich daran erkennen, daß nach Untersuchungen von ELEK die Erreger bei Kontakt mit Fremdkörpern eine bis zu 10.000fache Steigerung ihrer Virulenz erfahren.

4.5.2. Die postoperative Wundinfektion

Die knöcherne Infektion nach Osteosynthese, die sich hauptsächlich an Tibia und Femur manifestiert, läßt sich nach WILLENEGGER in drei klinische Stadien einteilen:
1. die manifeste Frühinfektion
2. die verzögerte, erst nach Tagen, Wochen oder Monaten auftretende Infektion
3. die chronische Verlaufsform

Von der manifesten Frühinfektion abzugrenzen ist ein Stadium, welches als drohende Infektion oder Präinfektion (SCHAUWECKER, WELLER) bezeichnet wird und in manchen Fällen der Frühinfektion vorausgeht.
Die wichtigsten Kriterien einer beginnenden bakteriellen Infektion sind ungenügende oder fehlende Rückbildung der reaktiven Entzündungszeichen, begleitet von länger währender oder zunehmender Leukozytose (BURRI, WILLENEGGER); daneben können Verstärkungen der lokalen Entzündungszeichen mit zunehmenden Schmerzen im Frakturgebiet auftreten. Nach Marknagelung sprechen schmerzhafte Rötung und Entleerung einer trübserösen Flüssigkeit an der Nageleinschlagstelle für eine sich anbahnende Infektion (SCHWEIBERER,LINDMANN).

Lassen klinisches Bild und Laborwerte einen Präinfekt erwarten, der nach SCHAUWECKER, WELLER nicht Ausdruck der begonnenen Osteomyelitis, sondern Folge der Auseinandersetzung zwischen Keimen und Körperabwehr ist, so ist sofortige Therapie indiziert, um das noch bestehende relative Gleichgewicht zwischen Infekt und Infektabwehr (SCHAUWECKER, WELLER) zugunsten der Abwehr zu verbessern und eine Ausbreitung der Entzündung zu verhindern.

Die manifeste Frühinfektion kann sich als akutes Stadium der posttraumatischen Osteomyelitis schon innerhalb der ersten Stunden und Tage nach durchgeführter Osteosynthese entwickeln. Neben den klassischen Entzündungszeichen, wie Rötung, Schwellung, Überwärmung und Schmerz, sind vor allem Leukozytose, erhöhte BSG und Fieber charakteristisch und bereiten einer sicheren Diagnose kaum Schwierigkeiten. Bei infizierter Marknagelung kommt es zur eitrigen Sekretion

an der Nageleinschlagstelle mit Rötung und Fluktuation im Frakturgebiet (SCHWEIBERER).
Auch ein verzögertes Auftreten einer akuten posttraumatischen Osteomyelitis erst nach Tagen, Wochen oder Monaten äußert sich meist mit den genannten Symptomen. BURRI betont die Bedeutung der Instabilität für das Entstehen eines Spätinfektes insbesondere nach technisch falsch durchgeführten Osteosynthesen. In seltenen Fällen kann sich ein knöcherner Infekt erst nach Metallentfernung äußern.

4.5.3. Die chronische posttraumatische Osteomyelitis

Die akute posttraumatische Osteomyelitis geht trotz gezielter antibiotischer Behandlung in vielen Fällen über in die chronische Verlaufsform. Die chronische posttraumatische Osteomyelitis kann in persistierender Weise ablaufen oder aber in Form chronisch rezidivierend akuter Schübe, die im Abstand von Monaten und Jahren auftreten können. Charakteristisches klinisches Symptom der chronischen Osteomyelitis ist das Vorliegen ein oder mehrerer Fisteln, aus denen sich eitriges Sekret entleeren kann, als Ausdruck der knöchernen Eiterung. Daneben können alle Formen einer massiven, Weichteile- und Knochen umfassenden Entzündung auftreten mit tiefen, bis auf den Knochen reichenden Hautulzerationen und freiliegendem Osteosynthesematerial mit nekrotischen Knochenanteilen sowie Granulationen und Epithelisationen als Ausdruck proliferativer Vorgänge.

Die klinischen Entzündungszeichen sind bei der persistierenden chronischen Form von sekundärer Relevanz; hier stehen Fistelungen und Knocheneiterungen neben produktiv proliferativem Umbau ganz im Vordergrund. Demgegenüber besitzen beim akuten Schub, der in seinem klinischen Bild der 'Erstinfektion' (BURRI) entsprechen kann, die klinischen Entzündungszeichen sowie Fieber, Leukozytose und hohe BSG

große diagnostische Bedeutung.
Differentialdiagnostisch von der chronischen posttraumatischen Osteomyelitis zu unterscheiden sind zum einen lokale entzündliche Reaktionen, welche durch Instabilität im Frakturgebiet verursacht werden, zum anderen mit Korrosion des Metalls einhergehende elektrolytische Vorgänge am Osteosynthesematerial, die dem Bild der Metallose zugeordnet werden müssen.
Eine mögliche maligne Entartung der bei der chronischen Verlaufsform häufig auftretenden Fisteln kann nur durch die histologische Untersuchung ausgeschlossen werden.

5. THERAPIE DER OSTEOMYELITIS

Analog zu anderen Organmanifestationen läßt sich auch bei der Behandlung der Osteomyelitis eine Allgemeintherapie von einer Lokaltherapie unterscheiden.

5.1. Allgemeintherapie der akuten Form

Die Allgemeintherapie hat darauf abzuzielen, die Abwehrkräfte des Organismus zu stärken, evtl. vorhandene Grundkrankheiten intensiv zu behandeln und vor allem die auftretenden Eiweiß-, Elektrolyt- und Eisenverluste zu substituieren. Im Mittelpunkt steht jedoch die antibiotische Behandlung über den Blutweg.
Bei der akuten hämatogenen Osteomyelitis steht im Beginn die antibiotische Therapie gegenüber der lokalen Behandlung ganz im Vordergrund, da nicht nur der Streuherd, sondern auch die bakterielle Streuung zu bekämpfen ist.
Bei der posttraumatischen Osteomyelitis kommt der Antibiotikatherapie über den Blutweg vor allem im drohenden und beginnenden Stadium der knöchernen Infektion eine wichtige Aufgabe zu, da eine suffiziente antibiotische Therapie im Frühstadium der Entzündung zur Keimabtötung führt.

Die Wahl des geeigneten Antibiotikums hat sich anfänglich nach den erfahrungsgemäß in der Klinik dominierenden Hospitalismuskeimen zu richten, wobei Antibiotika mit breitem Wirkungsspektrum empfohlen werden.
In jedem Fall ist aber eine baldmöglichst gezielte, auf einer gesicherten bakteriologischen Diagnose basierende Antibiotikatherapie anzustreben (LINZENMEIER), die durch Resistenzprüfungen (Antibiogramm) bestimmt werden kann.
Da der Knochen ein relativ braditrophes Gewebe darstellt, ergibt sich gerade bei der posttraumatischen Osteomyelitis, die noch durch zusätzliche traumatische Schädigung die Vascularisierung des Knochens gefährdet, die Frage, inwieweit die applizierten Antibiotika den betroffenen Knochen über den Blutweg erreichen.
Nach HIERHOLZER et al besteht bei der akuten Knochenentzündung hinsichtlich der Morphologie kein Einwand gegen eine antibiotische Therapie, da auch im Knochen durch die entzündliche Reaktion eine Hyperämie resultiert und eine mesenchymale Abrieglung des Entzündungsbereiches noch nicht vorliegt. Da sich die Erreger im hyperämischen Gewebe logarithmisch vermehren, sollte nach KLEMM bei der akuten Entzündung, wenn möglich, baktericides Antibiotika angewendet werden.
Da die halbsynthetischen Penicilline trotz schlechter Knochengängigkeit bezüglich ihrer Nebenwirkungen relativ untoxisch auch bei hoher Medikation sind und ein breites Wirkungsspektrum besitzen, werden sie von vielen Autoren zur antibiotischen Therapie der akuten posttraumatischen Osteomyelitis empfohlen (KLEMM, HIERHOLZER et al, BURRI, WILLENEGGER, SCHWEIBERER, LÜDECKE et al).
Der bakteriologisch diagnostizierte Monoinfekt mit hämolysierenden Staphylokokken läßt sich nach DOBERSTEIN neben den halbsynthetischen Penicillinen auch mit den gut knochengängigen Substanzen Linkomyzin, Fusidinsäure und Vankomyzin angehen.
Tetracycline, Chloramphenicol und Gentamycin werden vor allem bei gramnegativen Mischinfektionen eingesetzt; da

meist stärkere Dosierung nötig wird, sind toxische Nebenwirkungen nicht auszuschließen.
Neben der intravenösen, intramuskulären oder peroralen Gabe der Antibiotika ist nach WELLER, SCHAUWECKER auch eine intraarterielle Applikation von Nutzen, um ausreichend hohe antibiotische Gewebespiegel zu erreichen. Sehr gute Erfahrungen werden mit Metyltetracyclin (Reverin) gemacht, das noch über eine stark gefäßerweiternde Komponente verfügt. Bei der gestörten Durchblutung des Krankheitsherdes, die bei der posttraumatischen Osteomyelitis neben dem bakteriellen Problem große Wichtigkeit besitzt, greifen Untersuchungen von WEINBERG und FINSTERBUSCH an, die mit Hilfe intravenöser Perfusionstherapie mit antibiotischen Lösungen unter Überdruckbedingungen arbeiten, um möglichst hohe Antibiotikakonzentration im Gewebe der betroffenen Extremität zu erreichen.
Um durch falsche Handhabung keine unnötigen Resistenzentwicklungen zu erzeugen, hat die antibiotische Therapie über den Blutweg mit klarer Strategie zu erfolgen (BURRI). Dabei versteht sich die Antibiotikatherapie der posttraumatischen Osteomyelitis nur als Ergänzung zu der im Vordergrund stehenden operativen Behandlung.
HIERHOLZER sieht als Ziel der medikamentösen Therapie die antimikrobielle Wirkung in der Grenzschicht zum gesunden Gewebe. Durch die Antibiotika soll nach KLEMM zum einen ein abgeschwächtes Entzündungsstadium erreicht werden, welches ein radikales operatives Vorgehen ermöglicht ohne die Gefahr der Asepsis, zum anderen soll nach operativer Entfernung devitaler nekrotischer Knochenanteile durch die antibiotische Therapie eine vollständige Sanierung des gesamten osteomyelitischen Prozesses herbeigeführt werden. Hierzu ist nach OSTAPOWICZ eine ausreichend hoch dosierte Therapie über längere Zeit nötig, da unterschwellige und zu kurzzeitige Antibiotikaanwendung das Krankheitsbild der Osteomyelitis verschleiern und sich erst im fortgeschrittenen Stadium manifestieren lassen.

5.2. Lokaltherapie der akuten Form

Den lokalen chirurgischen Maßnahmen kommen bei der manifesten Osteomyelitis große Bedeutung zu. Dies gilt vor allem für die akute posttraumatische Osteomyelitis, die nach HIERHOLZER et al. überwiegend chirurgisch operativ zu behandeln ist.
Solange keine Eiteransammlungen erkennbar sind, können nach SPIER konservative chirurgische Maßnahmen wie Ruhigstellung und Hochlagerung der betroffenen Extremität in Verbindung mit antibiotischer Therapie eine sich anbahnende Entzündung nach operativer Frakturversorgung noch abwenden. Kommt es jedoch innerhalb von 24 Std. nicht zum Temperaturabfall mit rückläufigen Leukozytenwerten (BURRI) und zeigen sich erste klinische Zeichen einer Abszeßbildung oder Verhaltung, so sind neben den erwähnten konservativen chirurgischen Maßnahmen chirurgische Sofortmaßnahmen mit Angehen des Eiterherdes indiziert, um eine abgeschwächte Entzündungsform mit Lokalisierung der knöchernen Infektion zu erreichen (HIERHOLZER et al.).
Die Eröffnung des Infektherdes und das vorzunehmende Debridement hat nach WILLENEGGER ausreichend, doch eher sparsam zu erfolgen, um vorhandene Weichteilkontakte im Interesse der Reossifikation zu erhalten.
Beim chirurgischen Eingriff ist vor allem bei der Inzision auf das liegende Osteosynthesematerial größte Rücksicht zu nehmen. Devitalisiertes Weichteil- und Knochengewebe, vor allem aber potentielle Sequester müssen extipiert werden, wobei der devitale Knochen soweit zu entfernen ist, bis Blutaustritte aus gesundem Knochen erkennbar werden.
Wie bei jeder schweren chirurgischen Infektion ist auch bei der Osteomyelitis das A und O eines guten Heilerfolges an die mechanische Ruhe im Infektionsgebiet gebunden. Da eine stabile Osteosynthese, gerade aus der Intension absolute mechanische Ruhe im Frakturgebiet zu gewährleisten, durchgeführt wird, ist Stabilität garantierendes Metall nach Ansicht der meisten Autoren bei der akuten knöchernen Infek-

tion nach Osteosynthesen in jedem Falle bis zum knöchernen Durchbruch zu belassen (ALLGÖWER, ARENS, BURRI, CONTZEN, FERRARI-BRUNNENFELD et al., HIERHOLZER et al., KEY et al., KLEMM, KÜNTSCHER, LÜDECKE, MÜLLER et al., OSTAPOWICZ, POPKIROV, REHM, REHN, SCHAUWECKER, SCHLACHETZKI, SCHWEIBERER, SPIER, TSCHERNE, VEIHELMANN, WILLENEGGER, WELLER). Nach WILLENEGGER gibt es kein besseres Mittel den Infektionsherd und die Propagation der Infektion entlang dem Frakturspalt zu bremsen oder sogar zu verhindern. KÜNTSCHER bezeichnet für den Bereich der Marknagelung die vorzeitige Metallentfernung sogar als Kunstfehler, da nach seiner Ansicht immer mit einem knöchernen Durchbau, wenn auch im einzelnen Fall erst nach langer Zeit, bei stabilisierendem Marknagel zu rechnen ist. Nur wenige Autoren sprechen sich für eine sofortige Metallentfernung bei infizierter Osteosynthese aus (LANGE, WITT und KRAUSE).

Dies darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß infizierte Osteosynthesen im akuten floriden Stadium nach IMMENKAMP, HIERHOLZER die ausgesprochene Neigung zur Ausbreitung des Infektes haben. Auch unter geeigneter chirurgischer und antibiotischer Therapie darf mit einem Abklingen der Osteomyelitis (posttraumatische Form) nicht vor der Metallentfernung gerechnet werden, denn, so KLEMM: eine einmal infizierte Osteosynthese bleibt für die Dauer der Metallbelassung infiziert. Die Metallentfernung ist deshalb so früh wie möglich vorzunehmen, sobald knöcherne Überbrückung der Fraktur erreicht ist (HIERHOLZER et al.), da jeder Fremdkörper (osteosynthesematerial, Knochenzement) bei bestehender Infektion einem Sequester in morphologischer Hinsicht gleichkommt (KLEMM). Analoges gilt auch für aloplastische Endoprothesen, die heute immer mehr bei Schenkelhalsfrakturen und Coxarthrosen an Bedeutung gewinnen.

Ein Fortschritt stellt in dieser Beziehung die von BUCHHOLZ und ENGELBRECHT propagierte Neueinbettung der Hüftprothese in ein Palacos - Gentamycingemisch, wodurch die Grenzschicht zwischen Gewebe und Fremdmaterial mit dem Antibiotikum erreicht wird und hier befindliche Keime, die eine fortgesetzte Eiterung unterhalten, abgetötet werden.

Ist durch intensivste Therapie eine abgeschwächte Entzündungsform und eine knöcherne Überbrückung der infizierten Fraktur nicht zu erreichen und muß wegen zwangsläufiger Osteolyse mit Lockerung des metallischen Implantates gerechnet werden (HIERHOLZER et al.), so empfiehlt sich die vorzeitige Metallentfernung. SCHLACHETZKI, HIPP, OSTAPOWICZ, CECH sind der Ansicht, daß nach vorzeitig nötig gewordener Metallentfernung der infizierten Osteosynthese eine Ruhigstellung in Gips mit Spüldrainage bis zur Infektausheilung therapeutisch geeignet ist und rekonstruktive Maßnahmen erst dann durchzuführen sind, wenn die Infektion über lange Zeit abgeklungen ist (frühestens ein Jahr nach sicherem Stillstand der Osteomyelitis). Demgegenüber treten die meisten anderen Autoren (HIERHOLZER, REHN, VEIHELMANN u.a., die AO mit ALLGÖWER et al., BURRI, MÜLLER) für eine sofortige Reosteosynthese evtl. in Verbindung mit Spongiosaplastik ein, wobei neben Platte und Nagel vor allem Fixateur externe und Wagner - Apparat Verwendung finden sollen.

Der mechanische Spüleffekt mit Kochsalzlösung oder der gewebefreundlicheren Ringerlösung, darüber ist man sich heute einig, steht bei der Spüldrainage im Vordergrund. Ein bakterizider Begleiteffekt ist aber nach WILLENEGGER, BURRI und anderen Autoren denkbar, wenn der Spülflüssigkeit Antibiotika zugesetzt werden. Nach KALLENBERG, LEDERMANN, ROTH eignet sich vor allem Polybactrin. Dieses Antibiotikagemisch, das auf alle in Frage kommenden Keime bakterizid wirkt und auch in höherer Dosierung nicht zytotoxisch ist, kann mit jedem allgemein applizierten Antibiotikum kombiniert werden. Es empfiehlt sich jedoch in Hinblick auf die schnelle Resistenzentwicklung die lokale Applikation möglichst nicht länger als eine Woche anzuwenden (WILLENEGGER). HIERHOLZER et al. und andere Autoren lehnen einen Antibiotikazusatz ab, da lokal angewandte Antibiotika die für den Entzündungsverlauf wichtige Grenzschicht zwischen gesundem und infizierten Gewebe nicht erreichen. Analoger Ansicht ist man heute auch an der Tübinger Chirurgischen Klinik.
SCHWEIBERER hält eine längere Spülbehandlung nur bei der Osteomyelitis nach Marknagelung für nötig, bei der durch

die Spülbehandlung des Markraumes ein hervorragender Behandlungsfortschritt erreicht worden ist; hier sollte solange gespült werden, bis eine Reinigung des Nagelkanals und ein vascularisierter Granulationswall entstanden ist (2 - 3 Wochen).Da die Retension der Spülflüssigkeit gefährlich erscheint (Erzeugung einer pyocyaneusfreundlichen, warmen Pfütze nach KOCH) empfiehlt WILLENEGGER et al das offene Spülsystem in einem Großteil der Fälle.
Durch die Spülbehandlung kann eine virulente infizierte Oberfläche in ein blandes Stadium überführt werden (WILLENEGGER). In einem solchen Stadium kann ein durch Nekrose und Sequestrierung entstandener Kontinuitätsverlust des Knochens durch eine autologe Spongiosaplastik ausgeglichen werden, die im floriden Entzündungsstadium nicht indiziert ist.
Um Immunreaktionen mit Abstoßung und Nekrosebildung des Transplantates und dadurch ausgelöste Heilungsvorgänge zu verhindern, sollte nach BURRI, SCHWEIBERER, VEIHELMANN u.a. nur autologe Spongiosa verwendet werden, deren zelluläre Reaktionsbereitschaft in Verbindung mit der lockeren, leicht vasculären Struktur nach SCHWEIBERER die Spongiosa als Transplantat prädistiniert.
Durch frühzeitiges, konsequentes chirurgisches Vorgehen mit Wundrevision, radikaler Ausräumung von devitalem Weichteil- und Knochengewebe, anschließender Spüldrainage, Verwendung autologer Spongiosa und Belassung des Stabilität gewährleistendem Osteosynthesematerial, gelingt es heute vielfach, das akute Stadium der posttraumatischen Osteomyelitis zu beherrschen.
Die knöcherne Entzündung breitet sich so nicht weiter aus. Sie bleibt lokalisiert und klingt vielfach unter geeigneter Therapie nach frühzeitiger Metallentfernung der durchbauten Fraktur völlig ab. Bei Spätmanifestation der Infektion mit bereits stabiler Fraktur kann eine vereinfachte chirurgische Therapie mit Metallentfernung, Debridement und anschließender Saug- Spüldrainge genügen (WILLENEGGER).
Wenn auch bei vielen infizierten Osteosynthesen die Therapie

ergebnisse nach frühzeitig einsetzender Behandlung zufriedenstellend sind und in zahlreichen Fällen nach Abklingen der Entzündung Rezidive nicht auftreten, erscheint der Begriff Heilung nach HIERHOLZER und BURRI bei der Osteomyelitis nicht angebracht und sollte durch die Formulierung 'Abklingen der Entzündung' (HIERHOLZER) ersetzt werden.

5.3. Allgemeintherapie der chronischen Osteomyelitis

Die Allgemeintherapie der chronischen Osteomyelitis gestaltet sich in einigen Punkten different von der der akuten Form.
Neben der Substitution von Elektrolyten und Eiweiß kommt der antibiotischen Therapie sowohl bei der posttraumatischen Form als auch bei der hämatogenen Osteomyelitis nur noch eine unterstützende Funktion durch Stärkung der Abwehrreaktion des Organismus zu.
Die osteomyelitischen Herde sind durch Granulationswall, Narbengewebe und sklerotische Begrenzung für die über den Blutweg applizierten Antibiotika nur noch schwierig und meist nicht in genügender Konzentration erreichbar. In einem solchen Stadium ist nach Ansicht der meisten Autoren jede Antibiotikatherapie für sich allein sinnlos, da das Antibiotikum die Bakterien im Zentrum des eiterdurchtränkten Appatitgerüstes des Sequesters nicht erreicht (KLEMM). Nach HIERHOLZER sollten solche Antibiotika vorgezogen werden, die auch bei eingeschränkter Stoffwechseltätigkeit der Erreger wirksam sind.
Gezielte, ausreichend lang und hoch dosierte Antibiotikatherapie sowie stetige internistische Langzeitbetreuung (ERNST) beschreiben das Wesen der Allgemeintherpie der chronischen Osteomyelitis. Der Organismus wird so in einen Zustand versetzt, in dem Abwehrkraft und Heilungstendenz optimal sind (ERNST) und in Verbindung mit einer wirksamen lokalen Therapie eine Wiederherstellung der betroffenen Extremität bzw. ein Stillstand der osteomyelitischen

Infektion erreicht werden kann.

5.4. Lokaltherapie der chronischen Osteomyelitis

Das Ziel der heutigen Osteitisbehandlung liegt zufolge BURRI in einer möglichst weitgehenden funktionellen und anatomischen Wiederherstellung der betroffenen Extremität mit Schaffung möglichst früher Belastungsstabilität bei Erhaltung von Lage und Achsenstellung des Knochens sowie funktionstüchtiger Muskulatur und Gelenke.
Voraussetzung für einen derartigen Therapieerfolg ist nach Auffassung praktisch aller Autoren die gründliche chirurgische Sanierung der osteomyelitischen Herde, wobei jedoch die mechanische Belastbarkeit des Knochens nicht in zu hohem Maße gefährdet werden darf.
Zwei Ausgangsmöglichkeiten lassen sich bei der Therapie der chronisch posttraumatischen Osteomyelitis unterscheiden: Infekt bei Stabilität und Instabilität im Entzündungsbereich. Bei der ersteren und günstigeren Ausgangsposition wird die Stabilität entweder durch das liegende metallische Implantat oder durch die bereits knöchern durchbaute Fraktur gewährleistet.
Bei Instabilität im Entzündungsbereich ist in jedem Falle eine Ruhigstellung, wenn möglich mit Osteosynthese anzustreben.
Nach Ausräumung der osteomyelitischen Herde stellt sich das Problem der Deckung und Auffüllung der entstandenen knöchernen Defekte, die nach Auffassung der meisten Autoren (ALLGÖWER et al., BURRI et al., HIERHOLZER et al., KUNER et al., REHN, SCHWEIBERER, VEIHELMANN, WILLENEGGER u.v.a.) mit frischer autologer Spongiosa erfolgen sollte.
Der Saug-Spüldrainage kommt bei der chronischen Verlaufsform nur bei massiv eitriger Infektion eine größere Bedeutung zu (BURRI, WILLENEGGER).
Zur Auffüllung der knöchernen Defekte bieten sich auch noch andere Möglichkeiten an. Am Ober- und Unterschenkel sowie am Oberarm besteht die Möglichkeit mit Hilfe einer Muskel-

lappenplastik eine Defektausfüllung zu bewirken. BERTELE, POPKIROV, RETTIG, WITT u.a. haben hiermit gute Erfolge erzielt. ECKE empfiehlt in bestimmten Fällen die Auffüllung des Defektes mit der Eigenblutantibiotikaplombe, mit der bei 150 Eingriffen an Osteomyelitispatienten in 90% Rezidivfreiheit erzeugt werden konnte.
HIERHOLZER, REHN et al. verwenden in Bereichen mit geringer Weichteildeckung bei chronisch lokalisierten Prozessen nach knöcherner Ausmuldung die Spalthausplastik, die auch in Kombination mit einer Spongiosaplastik durchgeführt werden kann.
ARNDT, BÖHLER, LANG, ROSSAK u.a. propagieren die sich vor allem am Unterschenkel anbietende gestielte Hautlappenplastik. Diese hat jedoch heute nach BURRI et al. als Grundverfahren keine Bedeutung mehr, sondern leistet nur als Hilfsverfahren in Anschluß oder zum Abschluß anderer Methoden hervorragendes.
Bei größeren osteomyelitischen Knochenhöhlen empfiehlt BEDACHT heterologes Kollagen als Füllmaterial, da dieses im Gegensatz zur autologen Spongiosa jederzeit und in erwünschter Menge zur Verfügung steht.
Von all diesen Verfahren muß der autologen Spongiosaplastik der höchste Stellenwert zuerkannt werden, da nach BURRI autologe Spongiosa am ehesten imstande ist, unter den ungünstigen Bedingungen der Infektion biologische Aufgaben zu erfüllen.
In Verbindung mit sorgfältiger Wundbehandlung und antibiotischer Allgemeintherapie kann es durch derartiges chirurgisches Vorgehen gelingen, den chronischen Entzündungsprozeß zum Stillstand zu bringen, wobei die aus vier grundlegenden Schritten bestehende Lokaltherapie mit Stabilisierung, Ausräumung, Saug-Spüldrainage und Auffüllung des Defektes nach Möglichkeit mit autologer Spongiosa nach BURRI bei systematischer und überlegter Anwendung einen Therapieerfolg von über 90% gewährleisten sollte.

6. EIGENE ERGEBNISSE

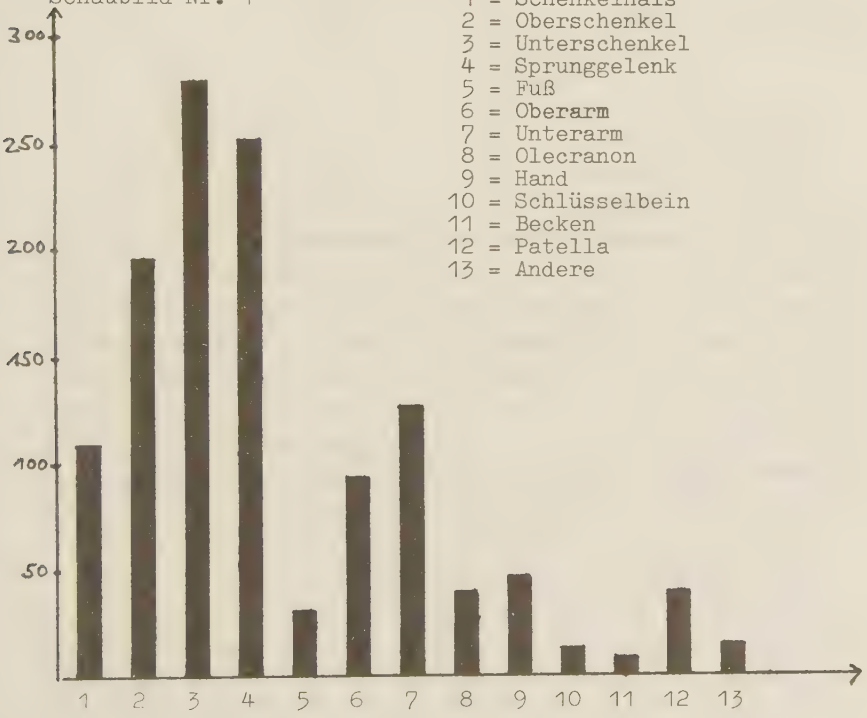
Die Untersuchung erfasst ein Kollektiv von 1231 Osteosynthesen, die in dem Zeitraum von Juli 1971 (Männerstation) bzw. April 1972 (Frauenstation) bis zum 01.04.1976, also innerhalb von vierdreiviertel bzw. vier Jahren, bei 1155 Patienten auf der Unfallabteilung der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen durchgeführt wurden.
Bei diesen Osteosynthesen handelte es sich ausschließlich um Behandlungen von Frakturen, die primär oder sekundär mit Hilfe der Osteosynthese versorgt wurden. Zu den sekundären Frakturversorgungen müssen auch die Pseudarthrosebehandlungen mit Osteosynthese gerechnet werden.
Zur statistischen Auswertung der 1231 Osteosynthesen dienten neben der schriftlichen Befragung der Patienten und deren Hausärzte (siehe Fragebogen im Anhang) die Krankenblätter und Ambulanzkarten sowie die Elektronische Datenverarbeitung der Universitätskliniken.
Die Befragung von Patienten und Hausärzten, durch die auch erst spät nach Wochen und Monaten sich manifestierende ossäre Infektionen erfasst werden konnten, ergab, daß in 1066 Fällen, entsprechend 86,6%, keine Infektion im Osteosynthesegebiet auftrat.
Bei 112 Patienten mit 126 durchgeführten Osteosynthesen (10,2%), darunter viele Ausländer ohne Hausarzt, ließ sich aufgrund der schriftlichen Befragung keine Aussage machen, da die Patienten entweder verstorben, unbekannt verzogen oder nicht bereit waren zu antworten. In einigen Fällen wurde von den Hausärzten der Patienten eine Mitarbeit abgelehnt. Bei Durchsicht der Krankenblätter und Ambulanzkarten dieser Osteosynthesebehandelten stellte sich in einem Fall eine posttraumatische Osteomyelitis heraus.
Nach 39 mit Osteosynthese versorgten Frakturen (3,2%) kam es zufolge Auskunft der Patienten und Hausärzte im Laufe der Beobachtungszeit zur Infektion im Osteosynthesegebiet. In 13 Fällen wurde dabei das klinische Bild der entzündlichen Rötung ohne manifeste Osteomyelitis angegeben.

Nach 26 Osteosynthesen trat angegebenerweise eine manifeste posttraumatische Osteomyelitis mit Fistelung und (oder) Sequesterbildung auf.
Diese 39 Infektionen bedurften jedoch einer gründlichen Nachprüfung. Schon im Fragebogen waren die Patienten aufgefordert worden, bei evtl. aufgetretener Infektion in die Frakturensprechstunde der Chirurgischen Klinik zu kommen. Bei entfernt wohnenden Patienten, die sich bei Auftreten einer Infektion nach der in Tübingen durchgeführten Osteosynthese in andere ärztliche Betreuung begeben hatten, bestand die Möglichkeit, die angegebene Klinik oder den betreffenden Arzt um Bestätigung der angeführten Entzündungszeichen zu bitten.
Durch solche Recherchen bestätigten sich von den 39 Infektionen lediglich 19 knöcherne Infekte, die bei 18 Patienten auftraten. Von den 13 angegebenen Rötungen konnte in 1o Fällen kein Anzeichen für eine Rötung bakterieller Genese erbracht werden. Meist handelte es sich hier um Rötungen und Überwärmungen nach längerer Beanspruchung der vormals frakturierten und mit Osteosynthese versorgten Extremität. In 3 Fällen ließ sich die Angabe der Patienten und Hausärzte nicht mehr nachprüfen, so daß diese als entzündliche Rötung nach Osteosynthese ohne manifeste posttraumatische Osteomyelitis geführt werden müssen, obwohl nichts über das genaue klinische Bild und die Therapie dieser Fälle bekannt ist.
6 Osteomyelitiden wurden von Patienten und Hausärzten angegeben, die sich bei genauer Nachprüfung aber nicht als solche erwiesen, bzw. nicht an einer osteosynthetisierten Fraktur auftraten. Hier müssen vor allem Polytraumatisierte mit mehreren, z.T. offenen Frakturen genannt werden, von denen die leichteren Frakturen primär mit Osteosynthese versorgt wurden, bei denen jedoch die Infektion an nicht osteosynthetisierten Frakturen auftrat und somit nicht als Infektionen nach Osteosynthesen angesehen werden dürfen.

Es läßt sich folglich konstatieren, daß bei 1231 nachkontrollierten Osteosynthesen 20 ossäre Infektionen auf-

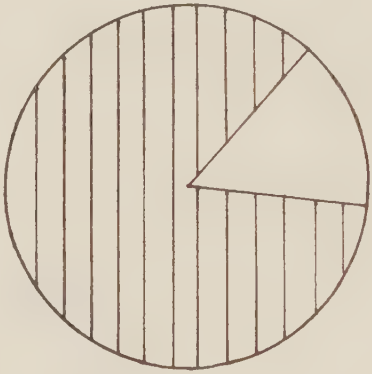
traten, entsprechend einem Prozentwert von 1,6.
Bevor auf die 20 mit Osteosynthese versorgten Frakturen bei 19 Patienten eingegangen wird, bei denen es im Verlauf der über 4-jährigen Beobachtungszeit zur knöchernen Infektion kam, soll das Kollektiv der 1155 Osteosynthesepatienten näher umrissen werden.
Die 1231 Osteosynthesen verteilen sich wie folgt auf die Geschlechter:
490 Osteosynthesen wurden bei 475 weiblichen Patienten durchgeführt, 741 Osteosynthesen bei 680 männlichen Patienten.
Der Quotient der Geschlechtsverteilung der Patienten zugunsten der männlichen Patienten beträgt 1,43; bei der Geschlechtsverteilung der Osteosynthesen sogar 1,51.
Die 1231 Osteosynthesen verteilen sich wie folgt auf die verschiedenen Frakturlokalisationen:

Schaubild Nr. 1



An der Verteilung (Schaubild Nr.1) fällt das deutliche Überwiegen der mit Osteosynthese versorgten Unterschenkel-, Sprunggelenk- und Oberschenkelfrakturen auf.
186 offene Frakturen aller Schweregrade wurden mit Osteosynthese versorgt, gegenüber 1045 operativ behandelten geschlossenen Frakturen.
Schaubild Nr.2

Anteil geschlossener Frakturen



Anteil offener Frakturen

Der Anteil der mit Osteosynthese versorgten offenen Frakturen an der Gesamtzahl der 1231 Osteosynthesen beträgt 15,11%.
Betrachtet man die geschlechtliche Verteilung der offenen osteosynthetisierten Frakturen, so machen diese Frakturen bei den Männern einen Anteil von 19,3% aus (143 von 741), bei den Frauen dagegen nur einen solchen von 8,78%.
Weitere wichtige Angaben über die Art des untersuchten Kollektivs ergibt die Tabelle mit der genauen Aufschlüsselung der durchgeführten Osteosynthesen.

Tabelle Nr.1

	insgesamt	geschlossen	offen	mehrfach
Schenkelhals	108	108	0	4
Oberschenkel	193	166	27	44
Unterschenkel	279	207	72	31
Sprunggelenk	253	237	16	16
Fuss	31	22	9	6
Oberarm	92	84	8	10
Unterarm	123	102	21	18
Olecranon	37	28	9	4
Hand	45	26	19	1
Klavikula	11	11	0	2
Becken	7	7	0	1
Patella	39	34	5	5
Andere	13	13	0	0
	1231	1045	186	142

Obige Tabelle verdeutlicht die große Osteosynthesehäufigkeit an der unteren Extremität, wobei die Osteosynthesen an Unterschenkel, Sprunggelenk und Oberschenkel beinahe 60% aller Osteosyntheselokalisationen ausmachen. Daneben ist die absolut gesehen hohe Zahl der Frakturen des Femur hervorzuheben, der als stabilster und mächtigster Röhrenknochen mit gutem Weichteilpolster schon sehr hohen Kräften ausgesetzt sein muß um zu frakturieren.
Auffallend ist die hohe Zahl offener Frakturen am Unterschenkel, die mit knapp 39% mehr als ein Drittel aller osteosynthetisierten offenen Frakturen ausmachen. Demgegenüber treten am oberen Sprunggelenk nur etwa ein Viertel so viel offene Frakturen in Erscheinung. Eine hohe Rate offener Frakturen zeigt sich auch am Unterarm und vor allem an der Hand, was die These untermauert, daß Knochen mit nur geringem Weichteilmantel eine relativ hohe Rate offener Frakturen besitzen.

Interessant dürfte ferner sein, daß die Osteosynthesen am Oberschenkel in beträchtlichem Maße (22,8%) als Mehrfach-osteosynthesen auftraten, was erkennen läßt, daß die hohe Gewalteinwirkung, die zur Frakturierung des gesunden Femur nötig ist, auch andere, weniger stabile und weichteilgeschützte Knochen brechen läßt. Andererseits kommen relativ zerbrechliche Knochenpartien an der unteren Extremität wie Knöchel und Unterschenkel weniger als Mehrfachosteosynthesen vor.

Mehr als eine Osteosynthese wurde bei 66 der 1155 Patienten entsprechend 5,71% durchgeführt. Davon waren 58 Zweifach-Osteosynthesen, 6 Dreifach-Osteosynthesen und 2 Vierfach-Osteosynthesen. Der Großteil dieser Mehrfachosteosynthesen verteilt sich auf die männlichen Patienten, bei denen 48 Zweifach-Osteosynthesen, 5 Dreifach-Osteosynthesen und 1 Vierfach Osteosynthese, insgesamt also 115 Mehrfachosteosynthesen an 54 Patienten durchgeführt wurden.

Betrachtet man die Verteilung der Osteosynthesen in Abhängigkeit vom Lebensalter der Patienten, so läßt sich ein deutlicher Gipfel bei der Gruppe der 20-29jährigen erkennen.

Tabelle Nr.2:

Osteosynthesen in Abhängigkeit vom Lebensalter bei Männern und Frauen

Patientenalter	n Patienten
< 20	93
20 - 29	323
30 - 39	177
40 - 49	150
50 - 59	86
60 - 69	137
70 - 79	95
80 - 89	82
> 90	12
	1155

Etwa 28% aller osteosynthetisierten Patienten zählen zur Altersgruppe der 20-29jährigen. Bei den männlichen Patienten beträgt dieser Anteil sogar etwa 33%, bei den Frauen da-

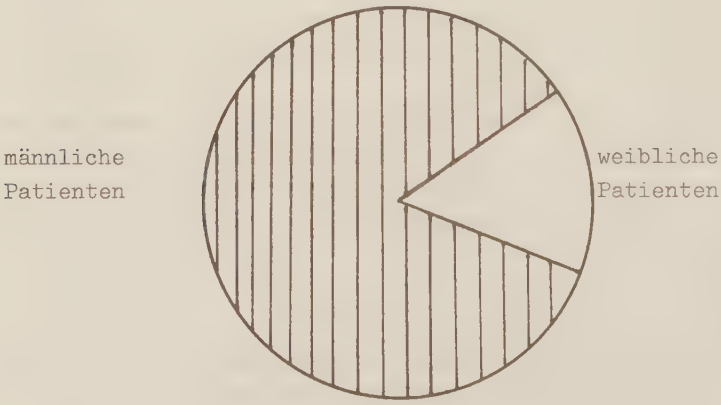
gegen nur 17% (siehe Tabellenanhang).
Die Aufschlüsselung des Patientenkollektivs läßt erkennen, daß es sich bei einem Großteil der Patienten um Opfer des im Großraum Tübingen relativ dichten Straßenverkehrs handelt. Da Tübingen zudem über eine BG-Unfallklinik verfügt, darf der Anteil der arbeitsverunfallten Patienten geringer eingeschätzt werden. Die hohe Osteosyntheserate bei männlichen Patienten zwischen 20 und 30 Jahren dürfte somit nicht verwundern, da gerade dieses Alter auch den größten Anteil an Verkehrsunfällen einnimmt.
Die männlichen Verkehrsteilnehmer sind immer noch stärker im Straßenverkehr vertreten, vor allem durch Motorrad und Mopedfahrer, deren Verletzungshäufigkeit maßgeblich Ursache für den Osteosynthesegipfel bei den 20 - 29-jährigen Männern und die hohe Zahl Ober- und Unterschenkelosteosynthesen sein dürfte.
Die relativ hohe Zahl jugendlicher Patienten in diesem Kollektiv läßt auf eine starke Beteiligung von Fahrrad-, Mofa- und Mopedunfällen schließen.
Die hohe Quote der Unterschenkelfrakturen (22,6% aller mit Osteosynthese versorgten Frakturen) weist aber auch auf eine große Anzahl Fußgängeranfahrverletzungen hin, die durch Tibiatrümmerfrakturen charakterisiert sind (Stoßstangenverletzungen).
Die Häufigkeit der Osteosynthesen am Sprunggelenk (20,5%) deutet daneben auch auf eine nicht unerhebliche Zahl von Sportverletzungen hin.
Hinsichtlich der Osteosynthesehäufigkeit bei älteren Patienten zeigt sich ein deutliches Überwiegen beim weiblichen Geschlecht. Während bei den Männern ab einem Patientenalter von 70 Jahren die Zahl der durchgeführten Osteosynthesen gleichmäßig abnimmt, ist die Zahl der Osteosynthesen bei den Frauen in den drei Altersgruppen von 60 - 89 in etwa konstant und um mehrere 100% höher als bei den Männern. Dies dürfte seine Ursache in der beim weiblichen Geschlecht nach ALLGÖWER wesentlich häufiger vorkommenden Altersosteoporose haben, die über eine Widerstandsverminderung des Knochens zu Schenkelhalsfrakturen bei Einwirkung schon

geringer Traumen führen kann. Die 108 Schenkelhalsfrakturen, von denen 72 (66,6%) bei weiblichen Patienten auftraten, wurden zu 45%, d.h. 49mal mit einer Hüftprothese in Form der Total- oder Kopfprothese versorgt.
Stellt man Vergleiche zu einem von BURRI in Ulm ausgewerteten Patientenkollektiv, so läßt sich feststellen, daß das Tübinger Kollektiv etwa 12% mehr Osteosynthesen an der unteren Extremität aufweist, wobei vor allem Unterschenkel und Sprunggelenk mit etwa 5% und 8% mehr Osteosynthesen auffallen. Die Rate der osteosynthetisierten offenen Frakturen liegt demgegenüber im Patientengut BURRIS um 9,75% höher.

6.1. Aufschlüsselung des Kollektivs der 19 Patienten mit 20 infizierten Osteosynthesen

6.1.1. Geschlechtsverteilung

Von den 19 Patienten waren 3 weiblichen Geschlechts und 16 männlichen Geschlechts, was einem Quotienten von 5,33 zugunsten der männlichen Patienten entspricht.
Schaubild Nr.3:



6.1.2. Altersverteilung

Tabelle Nr.3: Alter der Patienten mit ossärer Infektion

Alter	n Patienten	n inf.Osteos.	n durchgef.Osteos.	%
< 20	4	5	102	4,9
20-29	2	2	357	0,56
30-39	4	4	193	2,07
40-49	4	4	161	2,48
50-59	3	3	88	3,4
60-69	2	2	141	1,41
70-79	0	0	95	0
80-89	0	0	82	0
>90	0	0	12	0

Diese Tabelle verdeutlicht die hohe Zahl jugendlicher Patienten, bei denen es nach Osteosyntheseversorgung zur knöchernen Infektion kam (23,5%) sowie die, verglichen mit der hohen Zahl durchgeführter Osteosynthesen in dem Altersbereich der 20-29jährigen, niedrige Zahl der Infektionen (11,8%). Ein zweiter Häufigkeitsgipfel der infizierten Osteosynthesen zeigt sich im Altersbereich der 30-59jährigen, während ab Patientenalter 70 ein Infektionsrückgang zu verzeichnen ist.
Das Durchschnittsalter der Patienten mit knöcherner Infektion beträgt 38 Jahre.

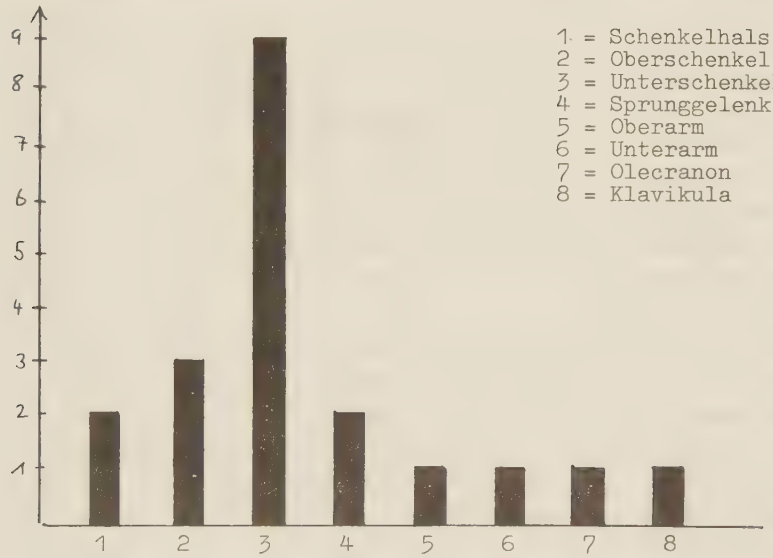
6.1.3. Klassifizierung der Infektionen

Nach operativer Frakturversorgung mit Osteosynthese manifestierten sich von den 20 Infektionen 8 (40%) innerhalb eines Zeitraumes von etwa 14 Tagen bis 8 Wochen.
In 3 Fällen (15%) kam es zur Frühinfektion, worunter das Auftreten von Infektionszeichen vor Abschluß der Wundheilung in der Regel bis zum 7. Tag verstanden werden soll.
9mal (45%) manifestierte sich der ossäre Infekt als Spät-

infektion erst nach 2-8 Monaten. Bei den Patienten mit Spätmanifestation der ossären Infektion traten klinische Infektionzeichen nach anfänglich komplikationslosem Heilungsverlauf vielfach erst nach Entlassung aus der stationären Behandlung auf.
Von den 20 infizierten Osteosynthesen konnte nur in einem Fall (Infektionszeichen bei Entfernung zweier Steinmann-Nägel an Nageleinschlagstelle) eine Manifestation einer posttraumatischen Osteomyelitis verhindert werden.
Bei den restlichen 19 mit Osteosynthese versorgten infizierten Frakturen konnte der knöchernen Infektion nicht mehr im Stadium des Präinfektes Einhalt geboten werden, so daß es in allen Fällen zur posttraumatischen Osteomyelitis kam, die sich histologisch von der aggressiv exsudativ-eitrigen Form bis zur chronisch-persistierenden Variante in beinahe allen Erscheinungsformen darbot.
Klinisch handelte es sich bei den 20 infizierten Osteosynthesen in 15 Fällen (75%) um eine massive posttraumatische Osteomyelitis, die in 10 Fällen mit stark eitriger Sezernierung und Sequestrierung einherging; in 5 Fällen dagegen mit wenig eitriger Sequestrierung verlief. Bei 6 dieser posttraumatischer Osteomyelitiden lag eine Markphlegmone vor.
Bei 4 Patienten bestand das Bild einer mäßig aktiven Osteomyelitis ohne eitrige Fistelung aber mit Sequestrierung. Dabei zeigte sich in einem Fall ein stark fibrotisch verkapselter Osteomyelitisherd. Bei einem Patienten trat eine einfache, nicht zur Osteomyelitis führende Infektion an der Nageleinschlagstelle (Steinmannagel) auf.
Als Infektursache ließ sich in 8 Fällen (7mal am Unterschenkel, 1mal an der Klavikula) eine Hautnekrose erruieren; in 3 Fällen war ein Frakturhämatom ursächlich.

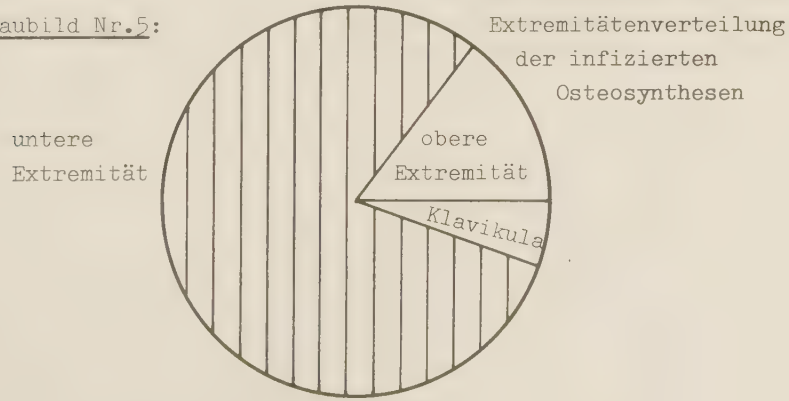
6.1.4.

Schaubild Nr.4: Lokalisation der 20 infizierten Osteosynthesen



Das Schaubild verdeutlicht das Überwiegen der knöchernen Infektion am Unterschenkel im Tübinger Kollektiv (50% aller Infektlokalisationen). Daneben treten mit deutlichem Abstand Oberschenkel, Schenkelhals und Sprunggelenk hervor, was einer Beteiligung der unteren Extremität als Infektlokalisation von 80% entspricht.

Schaubild Nr.5:



Führt man die Infektionshäufigkeit in Abhängigkeit von der Zahl und Lokalisation der durchgeführten Osteosynthesen auf, so ergibt sich folgendes Bild:

Tabelle Nr.4:

Eingriff	n Operation	Infekt %
Schenkelhals	108	1,85
Oberschenkel	193	1,55
Unterschenkel	279	3,22
Sprunggelenk	253	0,79
Fuss	31	0
Oberarm	92	0
Unterarm	123	0,81
Olecranon	37	0
Hand	45	0
Klavikula	11	9,09
Becken	7	0
Patella	39	0
Andere	13	0
	1231	

Hier fällt neben der relativ hohen Infektquote nach osteosynthetisierten Unterschenkelfrakturen die niedrige Infektionsrate nach Sprunggelenkfrakturen auf, die nur etwa halb so groß ist wie die nach operativ versorgten Schenkelhals- und Oberschenkelfrakturen.

6.1.5. Infektionshäufigkeit nach offenen und geschlossenen Frakturen

Betrachtet man die Infektionshäufigkeit nach offenen und geschlossenen Frakturen, so zeigt sich ein deutliches Überwiegen der knöchernen Infektion nach offenen Frakturen.

So traten nach 1045 mit Osteosynthese versorgten geschlossenen Frakturen nur 9 ossäre Infektionen auf, was einer Infektrate von 0,86% entspricht. Demgegenüber kam es nach 186 osteosynthetisierten offenen Frakturen in 11 Fällen zur knöchernen Infektion, entsprechend einer Infektionsrate von 5,93%.

Die Infektionsrate des gesamten Kollektivs von 1231 osteosynthetisierten Frakturen und Pseudarthrosen beträgt 1,62%. Die Zahl der nach Schenkelhalsfrakturen durchgeführten Hüftprothesen betrug 49. Hiebei kam es 2mal, entsprechend 4,08% der Fälle zur posttraumatischen Osteomyelitis.

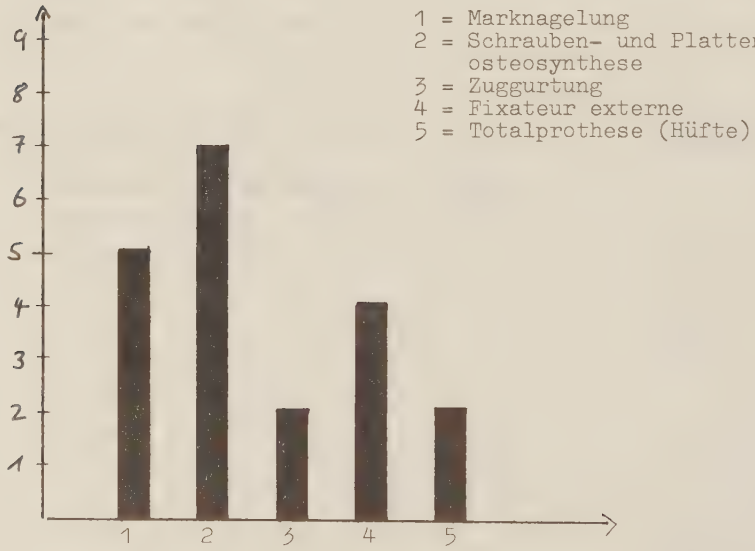
Die Lokalisation der infizierten offenen und geschlossenen Frakturen läßt erkennen, daß am Unter- und Oberschenkel mit Ausnahme einer geschlossenen Unterschenkelfraktur nur offene Frakturen zur Infektion führten, während es bei den anderen Infektlokalisationen lediglich nach geschlossenen Frakturen zur posttraumatischen Osteomyelitis kam.

Tabelle Nr.5: Lokalisation der infizierten Osteosynthesen

	n insgesamt	n geschlossen	n offen
Schenkelhals	2	2	0
Unterschenkel	9	1	8
Oberschenkel	3	0	3
Sprunggelenk	2	2	0
Fuss	0	0	0
Oberarm	1	1	0
Unterarm	1	1	0
Olecranon	1	1	0
Hand	0	0	0
Klavikula	1	1	0
Becken	0	0	0
Patella	0	0	0
	20	9	11

6.1.6. Osteosyntheseart

Die 20 Frakturen, die nach operativer Versorgung das Bild einer ossären Infektion boten, wurden mit folgenden Osteosynthesen versorgt:
5 Frakturen (25%) wurden mit Markraumnagelung behandelt (2 geschlossene, 3 offene Nagelungen); Lokalisation an Tibia und Femur,
7 Frakturen (35%) wurden mit Schrauben- oder Plattenosteosynthese versorgt,
2 Frakturen wurden durch Drahtzuggurtung mit Kirschner-Drähten ruhiggestellt,
4 Frakturen (20%)-(es handelte sich ausschließlich um offene Unterschenkelbrüche)- bedurften einer Stabilisierung durch Fixateur externe,
2 Schenkelhalsfrakturen (10%) wurden mit Totalendoprothesen versorgt.
Schaubild Nr.6: Verteilung der Osteosynthesearten



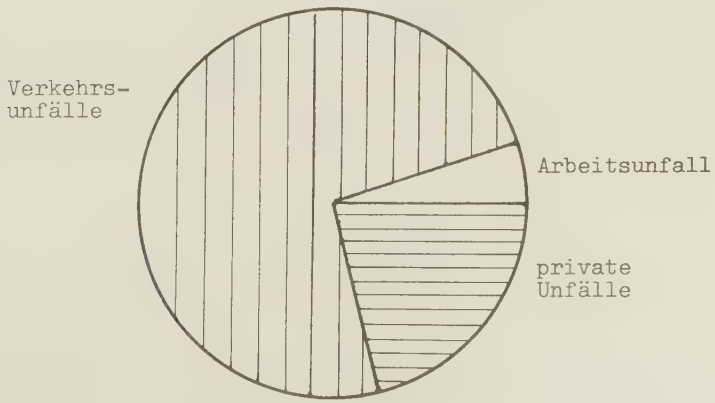
6.1.7. Unfallursachen

Tabelle Nr.6: Unfallursachen bei 19 Patienten mit ossärer Infektion

Unfallursachen	n Patienten
Mit Auto verunglückt	8
Mit Motorrad verunglückt	1
Mit Moped oder Mofa verunglückt	2
Mit Fahrrad von Auto angefahren	1
Als Fußgänger von Auto angefahren	2
Arbeitsunfall	1
Private nicht verkehrsbedingte Unfälle (ausgerutscht, hingefallen etc.)	4

Bei den 4 privaten Unfällen handelt es sich bis auf einen Reitunfall einer 21-jährigen um ältere Patienten, von denen 2 Patienten eine Tumoranamnese aufwiesen.
Der Anteil der Verkehrsunfälle beträgt 72,2%. Private, nicht verkehrsbedingte Unfälle machen 22,2% aus und nur in 5,5% ist ein Arbeitsunfall eruierbar.

Schaubild Nr.7: Verteilung der Patienten mit Infektion nach den wichtigsten Unfallbereichen



6.1.8. Zeitpunkt der operativen Versorgung nach Unfallereignis

Von den 20 zur Infektion gekommenen Osteosynthesen wurden 14 (70%) als sekundäre Osteosynthesen durchgeführt, darunter eine Pseudarthrosenbehandlung, während 6 Frakturen als Notfallversorgung primär innerhalb der 6-8-Stunden-Grenze mit Osteosynthese versorgt wurden.
Die sekundären Osteosynthesen wurden innerhalb des folgenden Zeitraums nach dem Unfallereignis durchgeführt:
Tabelle Nr.7:

Zeitraum	n Osteosynthesen
nach 2-5 Tagen	5
nach 1 Woche	1
nach 2-3 Wochen	2
nach 4-6 Wochen	3
nach 7 Wochen	1
nach 10 Wochen	1
nach 9 Monaten	1 (Pseudarthrosebehandlung)

Von den sekundären Osteosynthesen wurden 42,85% erst nach 4-28 Wochen durchgeführt.
Der Weichteilzustand bei den primär und sekundär mit Osteosynthese versorgten Frakturen war in 3 Fällen als gut zu bezeichnen, in 8 Fällen als befriedigend, in 7 Fällen jedoch als schlecht und in 2 Fällen sogar als sehr schlecht.

6.1.9. Operationsdauer

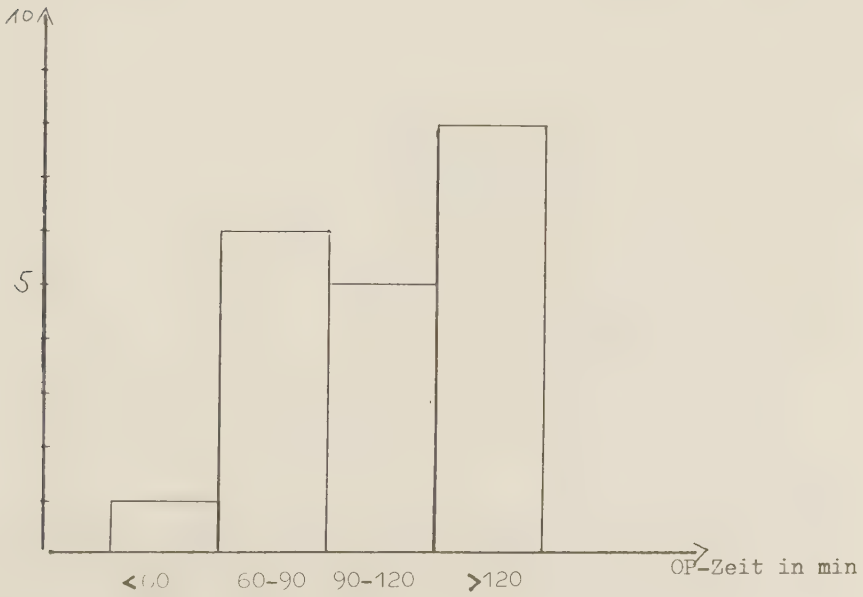
Betrachtet man den in die Infektionsursache mit eingehenden Parameter der Operationsdauer als Zeit der möglichen Kontamination mit pathogenen Klinikskeimen, so ergeben sich folgende Werte:

Tabelle Nr.8:

Operationsdauer (min)	n Osteosynthesen mit Infektion
< 60	1
60 - 90	6
90 -120	5
>120	8

Die Tabelle veranschaulicht die Bedeutung langer Operationszeiten für das Auftreten einer Infektion, da in etwa 95% der infizierten Osteosynthesen eine Operationsdauer von mehr als einer Stunde, bei 42,1% sogar von mehr als 2 Stunden vorlag.

Schaubild Nr.8: Verteilung der Operationszeiten bei den Osteosynthesen, die zur Infektion führten.



6.1.10. Erregernachweis

Bei den 20 infizierten Osteosynthesen ergab sich vor Beginn der gezielten antibiotischen Therapie der aus Tabelle Nr.9 erkennbare Wundabstrichbefund, der entweder am äußeren Fistelgang oder aber intraoperativ gewonnen wurde.

Tabelle Nr.9: Wundabstrichbefunde

Erreger	n Erreger	% Erreger	n Monoinfekt	n Mischinfekt
Staph. aureus	14	70	12	2
Bakt. pyocyaneus	3	15	1	2
Klebsiella	2	10	1	1
Enterokokken	2	10	1	1
Escherichia coli	2	10	1	1
Staph. epidermis	2	10	0	2
Sproßpilze	1	5	0	1
	26		16	10

Bei den primären Wundabstrichen der 20 Infektionen wurden 26 Erreger ermittelt. 16mal, d.h. in 80% der Fälle konnte nur ein Keim nachgewiesen werden. Bei vier Wundabstrichen zeigte sich eine Mischflora.

Das viermal häufiger diagnostizierte Vorkommen einer Monoinfektion bei Beginn der ossären Infektion mit einer sehr starken Beteiligung des klassischen Osteomyelitiserregers Staph. aureus (Haemolysion und Koagulase nachweisbar) verschob sich jedoch im Laufe der klinischen Behandlung deutlich zur Seite der Mischinfektion. In weiteren Wundabstrichen nach Tagen, Wochen oder Monaten konnte in über 60% der Fälle eine Mischinfektion nachgewiesen werden mit vorwiegender Beteiligung gramnegativer Keime, wie Pyocyaneus, Klebsiella, Proteus und coli. In einigen Fällen kam es durch Super- und Reinfektion bzw. Lysotypenänderung zum steten Wechsel der Erreger.

Bei den mikrobiologischen Abstrichuntersuchungen der Redonschläuche von 8 Saug-Spüldrainagen konnte vor allem bei über längere Zeit durchgeführten Markraumspülungen ein star-

kes Vorkommen von gramnegativen Keimen mit besonderer Häufigkeit des Bakt. pyocyaneus festgestellt werden.

Tabelle Nr.10: Abstrichbefunde der Redonschläuche bei 8 Saug-Spüldrainagen

Erreger	n Erreger	%	n Monoinfekt	n Mischinfekt
Bakt.pyocyaneus	5	62,5	2	3
Klebsiella	3	37,5	1	2
Staph.aureus	2	25	0	2
Proteus	2	25	0	2
Staph.epidermis	1	12,5	1	0
	13		4	9

Abgesehen von einer Monoinfektion mit Staph. epidermis zeigten die mikrobiologischen Untersuchungen der Spülflüssigkeiten in allen Fällen eine Beteiligung gramnegativer Erreger, während Staph. aureus nur noch in 25% der Fälle in Mischinketion mit gramnegativen Keimen nachgewiesen werden konnte.

Schaubild Nr.9: Wundabstrichergebnisse bei Behandlungsbeginn

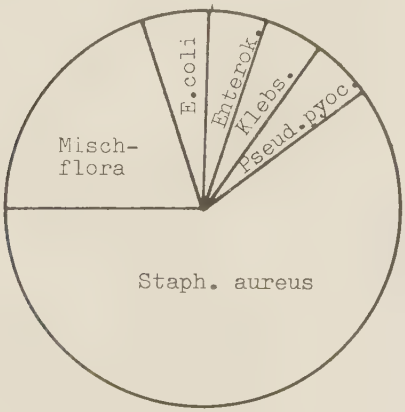
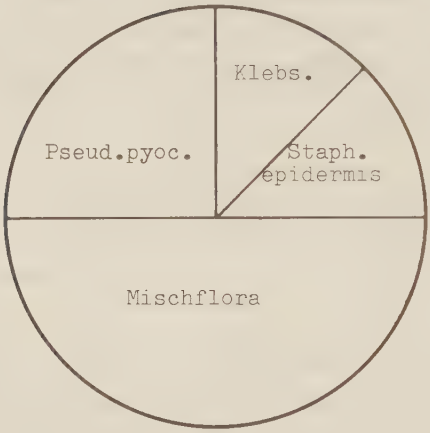


Schaubild Nr.10: Abstrichbefunde der Redonschläuche von 8 Saug- Spüldrainagen



6.1.11. Resistenz der Erreger

Staphylokokkus aureus als häufigst vorkommender Keim bei der posttraumatischen Osteomyelitis ließ sich in beinahe allen Resistenzlagen nachweisen. Nicht primär resistente, von außen (Unfallort) eingeschleppte Staph. aureus - Erreger durchliefen z.T. die unten angegebenen Resistenzstufen.

Tabelle Nr.11: Nachgewiesene Resistenzlagen von Staphylokokkus aureus bei 16 Abstrichen

n nachgewiesene Erreger	resistent gegen
1mal Staph. aureus	Penicillin
3mal Staph. aureus	Sulfonamide
1mal Staph. aureus	Penicillin, Sulfonamide
4mal Staph. aureus	Sulfonamide, Tetracyclin
3mal Staph. aureus	Penicillin,Ampicillin,Sulfonamide
1mal Staph. aureus	Sulfonamide,Erythromycin,Penicillin
3mal Staph. aureus	Tetracyclin,Sulfonamide,Oxacillin, Penicillin,Ampicillin,Fusidinsäure

Als nicht resistent erwies sich der bei 16 Abstrichen in Mono- und Mischinfektion vorkommende Staph. aureus in keinem Fall.
Das Bakterium Pyocyaneus zeigte eine wesentlich geringere Empfindlichkeitsbreite und war in allen nachgewiesenen Fällen äußerst resistent gegen die meisten gebräuchlichen Antibiotika. Empfindlichkeit bestand bei einigen Fällen nur gegen Gentamycin und Polimyxin. In einigen Fällen lag eine zusätzliche Empfindlichkeit gegen Karbenicillin vor.
Erreger aus der Klebsiella- Aerobacter Gruppe erwiesen sich als ähnlich resistent; andere Klebsiella- Stämme zeigten jedoch auch Empfindlichkeit gegenüber Cephalotin und Tetracyclin.
Die nachgewiesenen Proteus- Erreger wiesen gute Empfindlichkeit nur noch gegen Kanamycin, Polimyxin und Streptomycin auf.
Als weniger resistent erwies sich Escherichia Coli, das Resistenzen nur gegenüber Tetracyclin, Sulfonamiden und Penicillin G (5 und 50 IE) entwickelte.
Die im Wundabstrich diagnostizierten Enterokokken erwiesen sich als resistent bis auf eine Empfindlichkeit gegenüber Chloramphenicol, Tetracyclin und Erytromycin.
Als nur wenig resistent stellte sich Staph. epidermis heraus, der Resistenzen nur gegen Penicillin und Ampicillin bot.

6.2. Therapie

6.2.1. Antibiotikatherapie

Bei allen Patienten mit ossärer Infektion wurde eine antibiotische Therapie durchgeführt.
Prophylaktische Antibiotikagaben, die an der hiesigen Klinik bei allen stark verschmutzten offenen Frakturen durchgeführt werden, erhielten 7 der 20 Patienten mit ossärem Infekt. Dabei wurde vor allem Penicillin G verabreicht in Dosierungen von 20, 30, 40 und 50 Mill.IE per die für 5-14 Tage. Ebenfalls Anwendung fanden Cephalosporine, Tetracycline sowie Ampicillin und Oxacillin für 10 bis 14 Tage.
Gezielt antibiotisch behandelt wurden 19 Patienten, wobei vor allem Penicillin in hoher Dosierung meist als anfängliches Antibiotikum verordnet wurde. Daneben verwandte man Tetracycline, Cephalosporine und Lincomycinderivate sowie Ampicillin und Oxacillin, Vancomycin und Remactan.
Bei der antibiotischen Therapie gegenüber gramnegativen Problemkeimen bewährte sich Polymyxin und Gentamycin sowie Carbenicillin in Verbindung mit Cloxacillin.

6.2.2. Lokaltherapie

Die Therapie der 20 infizierten Osteosynthesen gestaltete sich wie folgt:
Als primäres therapeutisches Anliegen wurde das Erreichen von Stabilität im Infektbereich erachtet, weshalb bei gelockerten Osteosynthesen das Osteosynthesematerial entfernt wurde und eine neue stabile Fixation vorgenommen wurde.
Infektionsbedingte Lockerungszeichen des metallischen Fremdkörpers zeigten sich in 6 Fällen. Zweimal wurde deshalb eine Metallentfernung mit anschließender Reosteosynthese durchgeführt. Einmal legte man nach der Metallentfernung einen äußeren Spanner an, in einem Fall begnügte man sich nach Metallentfernung mit einer Fixation im Gipsverband. Bei 2 älteren Patienten mit infizierten Hüftprothesen wurde in

einem Fall die Prothese entfernt und eine Girdlestone-Hüfte angelegt; im anderen Fall scheiterte die Protheseentfernung an der Weigerung der Patientin (siehe Kasuistik, Fall Nr.1).

In 2 Fällen kam es zum Plattenbruch, der einmal bei bestehendem Infekt eintrat, was eine Reosteosynthese mit Nagelung nach sich zog; im anderen Fall kam es erst nach durchgeführter neuer Stabilisierung mit einem Marknagel zur ossären Infektion.

In 11 Fällen, entsprechend 55%, konnte trotz manifester ossärer Infektion das Osteosynthesematerial bis zu ersten Anzeichen knöcherner Durchbauung bzw. beginnender Belastungsstabilität belassen werden. Dabei wurde das Osteosynthesematerial in 5 Fällen bei ersten Anzeichen knöcherner Durchbauung mit Übungsstabilität ohne Belastungsstabilität entfernt; bei 3 Patienten nahm man die Metallentfernung bei knöcherner Durchbauung mit beginnender Belastungsstabilität vor.

In 25% der Fälle konnte das metallische Implantat trotz knöcherner Infektion belassen werden, um erst nach völliger Belastungsstabilität innerhalb der normalen Zeitspanne von 1-2 Jahren entfernt zu werden.

Bei einem nicht zur posttraumatischen Osteomyelitis führenden Infekt, der sich erst nach frühzeitig vorgenommener ME des Fixateur externe klinisch äußerte, wurde zur Fixation der noch nicht gänzlich durchbauten Fraktur ein Gipsverband angelegt.

Nach den vorzeitig durchgeführten Metallentfernungen kam es bei 6 Patienten mit fistelnder posttraumatischer Osteomyelitis innerhalb kurzer Zeit zum Stillstand des Infektgeschehens.

Devitale Weichteile sowie nekrotischer und sequestrierter Knochen machten bei 13 posttraumatischen Osteomyelitiden z.T. wiederholte Eingriffe notwendig. 6 größere, durch radikale Ausräumung der osteomyelitischen Herde entstandene Defekte wurden durch autologe Spongiosaplastik aufgefüllt, wobei, wenn nötig, vorher eine Saug-Spüldrainage nach WILLENEGGER durchgeführt wurde.

Bei 80% der posttraumatischen Osteomyelitiden wurde innerhalb der chirurgischen Behandlung eine kontinuierliche Saug-Spüldrainage nach WILLENEGGER angewandt (siehe Tabelle im Anhang), wobei in 10 Fällen eine Markraumspülung und in 6 Fällen eine Spülung im Frakturgebiet vorgenommen wurde. Bei 12 Spülungen wurde ein Antibiotikazusatz für 3 bis 49 Tage zugegeben.

Zur Deckung der vor allem am Unterschenkel lokalisierten und durch Nekrosebildung entstandenen Hautdefekte wurde bei 5 Patienten eine Thierschung vorgenommen, 2mal bediente man sich einer Verschiebelappenplastik; in 2 weiteren Fällen gebrauchte man zur Deckung des Defektes eine Reverdinplastik.

Betrachtet man die Zahl der operativen Eingriffe, die nach Auftreten der ossären Infektion notwendig wurden und die in Reosteosynthesen, Osteotomien, Sequestrotomien, Einlegen von Saug-Spüldrainagen, Spongiosatransplantationen sowie in verschiedenen Hautplastiken bestanden, so ergibt sich folgendes Bild:

Bei den 19 Patienten war in 2 Fällen kein Eingriff nach Infektionsauftritt erforderlich, in 5 Fällen 1 Eingriff, in 8 Fällen waren 2 Eingriffe, 1mal 3 Eingriffe, 2mal 6 Eingriffe und 1mal 9 Eingriffe geboten. Im Durchschnitt wurden 2,4 Operationen nach Manifestation der ossären Infektion vorgenommen, wobei die auch ohne Infektion immer nötig werdende Metallentfernung nicht gerechnet werden darf.

6.3. Letztes klinisches Behandlungsergebnis

Von den 19 Patienten mit Infekt verstarb ein Patient, ohne daß die posttraumatische Osteomyelitis (an der Hüfte) unter Kontrolle war. Eine Entfernung der Prothese war in diesem Falle nötig geworden, da ein massiver ossärer Infekt, der antibiotisch nicht mehr anzugehen war, zur Lockerung der Prothese geführt hatte. Der herzinsuffiziente Patient überstand den kreislaufbelastenden Eingriff der Metallentfernung mit Anlegen einer Girdlestone-Hüfte nicht.
Bei einer Patientin (siehe Kasuistik Fall 1) besteht seit mehreren Jahren eine chronische posttraumatische Osteomyelitis.
Bei drei Patienten konnte die ossäre Infektion trotz intensiver chirurgischer Maßnahmen erst nach Jahren unter Kontrolle gebracht werden, wobei wiederholte Sequestrotomien, Saug-Spüldrainagen und autologe Spongiosaplastiken durchgeführt wurden. Dabei besteht in einem Fall seit mehreren Monaten Rezidivfreiheit. In einem anderen Fall, einer mit Osteosynthese behandelten Pseudarthrose am Unterschenkel, wurde der äußere Spanner erst im Januar 1977 entfernt und die seit vier Jahren mit rezidivierenden Fistelungen einhergehende posttraumatische Osteomyelitis zum Stillstand gebracht. Ein Patient, der vor vier Jahren einen schweren Motorradunfall erlitt, trug bis vor wenigen Monaten einen äußeren Spanner am Unterschenkel, da wegen wiederholt nötig gewordener Sequestrotomie mit anschließender autologer Spongiosatransplantation eine vollständige knöcherne Durchbauung erst seit kurzer Zeit erreicht wurde.
In 10 Fällen konnte trotz geeigneter chirurgischer Therapie die posttraumatische Osteomyelitis erst nach Monaten beherrscht werden, wobei in den meisten Fällen nach Durchbauung der Fraktur durch eine vorzeitig vorgenommene Metallentfernung der Infekt zum Stillstand kommen konnte. In drei Fällen besteht Rezidivfreiheit seit 3 Jahren, vier Patienten haben seit 2 Jahren kein Rezidiv mehr und drei Patienten sind rezidivfrei seit etwa einem Jahr.

In vier Fällen gelang es, den knöchernen Infekt schon nach wenigen Wochen unter Kontrolle zu bekommen, so daß ein chronisches Stadium nicht erreicht wurde und größere Spätschäden an den betroffenen Extremitäten vermieden werden konnten. Rezidivfreiheit besteht in einem Fall seit 4 Jahren; in den übrigen drei Fällen seit 2 bis 3 Jahren.

Eine knöcherne Infektion, bei der es nicht zur posttraumatischen Osteomyelitis kam, und die erst bei Metallentfernung der Fixateur externe in Erscheinung trat, konnte innerhalb weniger Tage beherrscht werden. Der Patient ist seitdem voll arbeitsfähig und klagt über keinerlei Rezidiv.

Tabelle Nr.12: Behandlungserfolg und Dauer der Therapie bei 20 knöchernen Infektionen

Behandlungsergebnis	n Patienten
nicht beherrschte (keine Kausaltherapie erfolgt) massive posttraumatische Osteomyelitis	1
mit posttraumatischer Osteomyelitis verstorben	1
chronische posttraumatische Osteomyelitis erst nach Jahren zur Ruhe gekommen (wiederholte Sequestrotomie und autologe Spongiosatransplantation erfolgt)	3
posttraumatische Osteomyelitis nach wenigen Monaten zum Stillstand gekommen (meist nach vorzeitiger ME)	10
posttraumatische Osteomyelitis nach einigen Wochen beherrscht	4
knöcherner Infekt (ohne Osteomyelitismanifestation) nach einigen Tagen abgeklungen	1

6.4. Kasuistik dreier Patienten mit posttraumatischer Osteomyelitis

Fall 1:
Bei einer 65-jährigen Patientin mit Zustand nach bestrahltem Vulva-Karzinom und starker Osteoporose und Demineralisierung an beiden Hüften kam es durch einen privaten Unfall (von fremdem Hund angefallen) zur medialen Schenkelhalsfraktur, die sekundär mit einer Totalprothese versorgt wurde.
Die neue Hüftgelenkspfanne wurde mit Palacos unter Zuhilfenahme eines Drahtgazenetzes einzementiert. Trotz primärer Wundheilung und früher Gehfähigkeit kam es nach 10 Monaten zur Fistelung im Bereich der OP-Narbe mit röntgenologisch erkennbarer Lockerung der Gelenkpfanne und Luxation des Hüftkopfes, was eine Entfernung der Prothese nötig gemacht hätte. Röntgenologisch zeigte sich, daß es zur Hüftkopfnekrose mit Gelenkempyem und Bildung einer Ankylose gekommen war. Die Patientin weigerte sich jedoch, trotz wiederholtem ärztlichen Anraten, sich noch einer weiteren Operation mit Entfernung der Prothese zu unterziehen. Da ein weiterer chirurgischer Eingriff Klarheit über ein evtl. vorliegendes Tumorrezidiv gebracht hätte, muß die Weigerung der Patientin auch aus versicherungstaktischen Gründen erwogen werden, zumal aus den Unfallfolgen der Anspruch auf eine Invalidenrente erwuchs.
Im Bereich der OP-Narbe am rechten Oberschenkel besteht bei der heute bettlägerigen Patientin nun schon seit 4 Jahren eine erheblich sezernierende Fistelöffnung, wobei eine aktive Bewegungsfähigkeit im rechten Hüftgelenk schmerzbedingt aufgehoben ist; das Bein wird in einer Beugestellung von 30° gehalten, aus der lediglich noch einige unbedeutende Bewegungsausschläge passiv möglich sind. Die Möglichkeit, daß es sich bei der Hüftkopfnekrose um ein Tumorrezidiv handelte, muß heute, 4 Jahre später, trotz fehlendem histologischen Befund mit großer Wahrscheinlichkeit verneint werden, da trotz chronischer Fistelung ein befriedigender Allgemeinzustand der Patientin besteht.

Fall 2:
Eine 21-jährige Sportstudentin zog sich beim Sturz vom Pferd eine Klavikula-Fraktur zu und bestand nach anfänglicher konservativer Behandlung als Therapie der Wahl schließlich auf operativer Versorgung der Fraktur aus beruflichen Gründen. Trotz gehöriger Zweifel erklärte man sich letztlich auf Drängen der Patientin zur Operation bereit und führte eine Platten-Osteosynthese mit 7-Loch-Halbrohrplatte durch. Etwa nach 10 Tagen kam es, bedingt durch Drucknekrose der Haut ausgehend von einem perforierendem Schraubenkopf, zur knöchernen Infektion mit massiv eitriger Fistelung im Bereich von 3 Schraubenköpfen.
Nach Plattenentfernung mit Sequestrotomie und Saug-Spüldrainage entschloß man sich nach 3 Wochen konservativer Therapie zur Reosteosynthese mit Drahtzuggurtung, die unter einem hohen Antibiotikaschutz durchgeführt wurde. Die ossäre Infektion war jedoch inzwischen zur Ruhe gekommen, so daß eine primäre Heilung der Reosteosynthese verzeichnet werden konnte. Die Patientin ist seit 1972 rezidivfrei.
Dieser Fall möge die Gefährlichkeit relativer Indikationen verdeutlichen und die auch in der Literatur immer wieder hervorgehobene Erfahrung und Verantwortung des Operateurs bei der Wahl der geeigneten Frakturversorgung veranschaulichen.

Fall 3:
Ein 27-jähriger Patient zog sich bei einem schweren Autounfall neben einer Contusio cerebri und verschiedenen Rippenfrakturen eine offene Unterschenkelfraktur 2.Grades zu.
Nach primärer Wundversorgung wurde der Unterschenkelbruch bei dem über 2 Wochen bewußtlosen Patienten mit schlechten Weichteilverhältnissen nach 3 Wochen sekundär mit Osteosynthese (Fixateur externe) versorgt. Postoperativ kam es nach 2 Wochen zur Nekrosebildung am Unterschenkel, was durch lokale Behandlung mit Nebacetin und täglichem Verbandswechsel zur Abheilung gebracht werden konnte.
Nach Entfernung der Steinmann-Nägel nach 2 Monaten bei durchbauter, aber noch nicht belastungsstabiler Fraktur stellte sich im Nageleinschlagskanal das Vorliegen einer geringen Infektion heraus. Die Wundabstriche ergaben Staph. aureus, resistent gegen Penicillin, Ampicillin und Sulfonamide. Trotz Ruhigstellung der Fraktur in Gips und gezielter antibiotischer Behandlung kam es zur posttraumatischen Osteomyelitis mit rezidivierenden eitrigen Fistelungen im Bereich der Nageleinschlagstelle. Nachdem dem Patienten 2mal ca. linsengroße Knochensplitter entfernt wurden, entschloß man sich nach 18 Monaten bei noch bestehender Fistelung zur operativen Revision. Nach Eröffnung des Periostabszesses und Exkochleation eines entzündlich veränderten Kortikalisbezirkes kam es zum Stillstand der chronischen posttraumatischen Osteomyelitis.
Der Patient ist heute seit knapp 4 Jahren rezidivfrei und klagt über keine Beschwerden. Die Tibiafraktur ist knöchern konsolidiert in einer Rekurvationsstellung von 20° ohne arthrotische Veränderungen in den angrenzenden Gelenken.

Dieser Kasus möge das variierende Bild der posttraumatischen Osteomyelitis und die Schwierigkeiten der viel Ausdauer erfordernden chirurgischen Therapie darlegen.

7. DISKUSSION

Ein Vergleich der am Tübinger Krankengut bei 19 Patienten mit ossären Infektionen gewonnenen Ergebnisse mit Angaben in der Literatur gestaltet sich nicht immer einfach, da genau bis ins Detail gehende Krankengutaufschlüsselungen nur selten in der Literatur erscheinen.
Die Geschlechtsverteilung der Patienten mit knöcherner Infektion zeigt ein ähnlich deutliches Überwiegen männlicher Patienten, wie bei Untersuchungen von MITTELMEIER an zwei deutschen Kliniken. Nach MITTELMEIER läßt sich eine große Exposition des männlichen Geschlechtes bei der exogenen Osteomyelitis durch Kriegs-, Arbeits- und Verkehrsunfälle ableiten.
Vergleicht man die Altersverteilung des Kollektivs mit Angaben von VASEY, so lassen sich bis zur Altersgruppe der 50-59jährigen Patienten in etwa adäquate Infektionsraten erkennen. Eine signifikante Erhöhung der Infektionsquote bei Patienten über 60 Jahren, wie sie von VASEY beschrieben wird, konnte jedoch nicht beobachtet werden; vielmehr wurden im hiesigen Kollektiv keine knöchernen Infektionen bei Patienten über 70 Jahre festgestellt. Gründe hierfür dürften darin zu sehen sein, daß von den 1155 mit Osteosynthese versorgten Patienten nur etwa 15% älter als 70 Jahre waren und es sich bei diesen um nur mit relativ geringer Weichteilschädigung einhergehenden geschlossenen Schenkelhalsfrakturen handelte.

Hinsichtlich der zeitlichen Infektionsmanifestation fällt der hohe Anteil der Spätinfektionen in diesem Kollektiv auf. Analoges wird auch von KÜNTSCHER angegeben, der bei 7 Infektionen nach 1984 Küntscher- Nagelungen eine Infektionsmanifestation erst nach 3 bis 6 Monaten beobachten konnte.
Dies möge veranschaulichen, daß statistische Angaben über eine Infektionshäufigkeit nach Osteosyntheseversorgung frakturierter Gliedmaßen nur dann eine Aussagekraft besitzen, wenn der Beobachtungszeitraum genügend lang gewählt wurde.

Der prozentuale Anteil massiver, eitriger posttraumatischer Osteomyelitiden (75% von allen Infekten) im Tübinger Kollektiv stimmt mit Angaben BURRIS überein, der bei 213 konsekutiven Fällen mit posttraumatischer Osteitis in 78% ein purulentes Infektionsgeschehen beobachten konnte.
Das eindeutige Überwiegen der knöchernen Infektion am Unterschenkel (45% aller Infektlokalisationen) steht in Einklang mit der Literatur. So ist auch bei BURRI die Tibia bei 213 posttraumatischen Osteitiden zu 58% beteiligt; bei KÜNTSCHER nach knapp 2000 Nagelungen zu 71%. Lediglich Angaben von POPKIROV und VASEY zeigen größte Infektionshäufigkeiten an Oberschenkel und Hüfte.
Das am Tübinger Kollektiv sehr deutliche Überwiegen der posttraumatischen Osteomyelitiden an der unteren Extremität (80%) wird auch von ECKE angegeben und läßt sich weniger deutlich bei VASEY mit 10505 ausgewerteten Osteosyntheseoperationen bestätigen.
Betrachtet man die Infektionsraten der mit Osteosynthese versorgten Frakturlokalisationen, so läßt sich erkennen, daß eine um 1 bis 2% variierende Übereinstimmung mit den Angaben von VASEY zu verzeichnen ist. Es läßt sich demzufolge hinsichtlich der Infektlokalisation konstatieren, daß, bedingt durch wesentlich ungünstigere Ernährungsverhältnisse der Tibia gegenüber dem Femur (SCHWEIBERER), der Unterschenkel zur posttraumatischen Osteomyelitis prädestiniert ist. Dies sei untermauert durch die Tatsache, daß es bei 7 Patienten an der Tibia zu Hautnekrosen über der Fraktur kam, die zum Bild der posttraumatischen Osteomyelitis führten. Die Hautnekrose als häufigste Ursache der ossären Infektion am Unterschenkel wird auch von REHM bestätigt. Die Entwicklung von der Hautnekrose zur ossären Infektion vollzieht sich mit einer gewissen Latenz, was sich in der häufigen Spätmanifestation der posttraumatischen Osteomyelitis niederschlägt.
Die hohe Infektionsrate nach Klavikulafrakturen (9%) dürfte auf Grund nur 11 derartiger mit Osteosynthese versorgter Frakturen nicht überwertet werden, obwohl im Prinzip an

der Klavikula ähnliche Ernährungsverhältnisse wie an der Tibia herrschen, was die hohe Infektquote erklärt.

Die Ursache der hohen Infektionsrate am Unterschenkel wird deutlich, wenn man die Infektionshäufigkeit nach offenen und geschlossenen Frakturen betrachtet, wobei das eindeutige Überwiegen der ossären Infektionen nach offenen Frakturen aller Schweregrade im Einklang mit der Literatur steht. Da 38,7% der offenen Frakturen am Unterschenkel lokalisiert waren, dürfte der hohe Anteil infizierter Osteosynthesen nicht mehr verwundern. Die Tübinger Ergebnisse liegen mit 11,11% ossärer Infektionen nach Unterschenkelosteosynthesen sogar noch günstig im Vergleich mit anderen Angaben in der Literatur (MATTI 1964 - 17,8% Infektionen, GUISTILO 1969 - 20% Infektionen, ALLGÖWER 1971 - 7,6% Infektionen).

In ihrer Gesamtheit betrachtet liegen die Infektionsraten nach offenen Frakturen im Bereich der Ergebnisse anderer AO - Kliniken, die nach BURRI im Durchschnitt eine Infektionsrate von deutlich unter 10% aufweisen. Im Krankengut an der Universität Ulm konnte BURRI lediglich 2,7% Frühinfektionen nach offenen Frakturen mit Osteosynthese ermitteln. Auch die Rate der Infektionen nach operativer Versorgung geschlossener Frakturen befindet sich deutlich mit 0,86% unter der von BURRI geforderten Höchstgrenze von 2,0%. TSCHERNE ermittelte 1969 bei 831 geschlossenen Frakturen 1,5% Infektionen, REHM 1970 bei 240 geschlossenen Frakturen 6,6% Infekte und BURRI 1972 bei 559 geschlossenen Frakturen 0,18% Frühinfekte.

Betrachtet man die Art der infizierten Osteosynthesen, so fällt neben den am häufigsten vorgekommenen Infektionen nach Platten- und Schraubenosteosynthese vor allem die hohe Zahl der Infektionen nach Marknagelung (25%) auf. Dies darf jedoch nicht unbedingt als Bestätigung der von einigen Autoren (MITTELMEIER, POPKIROV u.a.) erhobenen Behauptung gelten, die Marknagelung stelle eine höhere Infektionsgefährdung dar. KÜNTSCHERS Ergebnisse

bei 1984 Küntscher - Nagelungen weisen eine Infektionsrate von nur 0,3% auf.
Wie gefährlich Zweitosteosynthesen bei nicht sicher gewährleisteten Durchblutungsverhältnissen des Knochen- und Weichteilgewebes vor allem am Unterschenkel sein können, sei an 2 Fällen veranschaulicht:
Bei einem polytraumatisierten Patienten wurde eine offene Unterschenkelfraktur 2.Grades primär unter Verwendung von autologer Spongiosa mit einer Plattenosteosynthese versorgt. Nach komplikationsloser Heilung kam es nach 7 Monaten zum Plattenbruch, worauf man sich zur Reosteosynthese mit Marknagelung entschloß. Nach 4 Monaten manifestierte sich eine Spätinfektion mit massiver Sequesterbildung. Bei dem anderen Fall handelte es sich um eine Patientin, bei der eine 8 Monate alte Pseudarthrose am Unterschenkel markgenagelt wurde. Da bereits durch Kompression des Reizcallus der Pseudarthrose auf das umgebende Weichteilgewebe Durchblutungsstörungen bestanden, kam es 14 Tage nach Nagelung durch den Ernährungsstop von innen zur Nekrosebildung der Haut über der Pseudarthrose; aus dem nicht mehr heilenden ulcus cruris entwickelte sich eine aggressiv eitrige posttraumatische Osteomyelitis, die erst nach 4 Jahren mit mehreren Monaten Kliniksaufenthalt zum Stillstand kam.
Die Marknagelung, die bei richtiger Indikation biomechanisch als stabilste Osteosynthese gilt, sollte mithin - und dies wird auch in der Literatur gefordert (ALLGÖWER, BURRI, SCHWEIBERER u.a.) - vor allem am Unterschenkel nur bei einigermassen gewährleisteten Durchblutungsverhältnissen durchgeführt werden.
Beleuchtet man die Unfallursache der 19 Patienten mit ossärem Infekt, so bestätigen sich die Überlegungen, daß es sich bei dem untersuchten Tübinger Kollektiv von 1155 Patienten zu einem großen Teil um Verkehrsverunfallte handelt. Der hohe Anteil der Verkehrsunfälle (72,2%) bei den Patienten mit ossärer Infektion verdeutlicht jedoch auch, welche entscheidende Rolle bei der Manifestation der posttraumatischen Osteomyelitis neben der bakteriellen Kontamination der Traumatisierung des Weichteil- und Knochengewebes zukommt. Die

Frakturverletzungen des Straßenverkehrs besitzen deshalb eine besondere Osteomyelitisgefährdung, was auch aus der Literatur hervorgeht und als Ursache für die in den letzten Jahrzehnten zugenommene Häufigkeit der posttraumatischen Osteomyelitis angesehen wird (MITTELMEIER, FRIEDRICH et al. u.a.).
Betrachtet man den Zeitpunkt der operativen Versorgung mit Osteosynthese nach dem Unfallereignis bei den 19 Patienten, so steht das deutliche Überwiegen der sekundär durchgeführten Osteosynthesen (70%) in Einklang mit Angaben in der Literatur (Friedrich et al). Die hohe Zahl sekundärer Osteosynthesen, die zur Infektion führten, sollte in Analogie zur hohen Zahl offener Frakturen mit ossärer Infektion gesehen werden, da in den meisten Fällen bei offenen Frakturen ein schlechter Weichteilzustand eine primäre Osteosyntheseversorgung gefährden kann.
Der große Anteil durchgeführter Osteosynthesen, auch bei schlechten Weichteilverhältnissen, läßt den Zwiespalt erkennen, in dem sich der Operateur vielfach befindet, da zum einen stabile Fixation einer infektionsgefährdeten Fraktur zu fordern ist, zum anderen jedoch die Infektionsgefahr durch den metallischen Fremdkörper und die operative Denudierung und Devitalisierung von Knochen- und Weichteilgewebe noch zunehmen kann.
Der nur in wenigen Fällen gute Weichteilzustand bei Osteosyntheseversorgung macht jedoch vor allem deutlich, daß zu einem Großteil solche Frakturen zur Infektion führten, die früher in vielen Fällen schon als hoffnungslos und amputationswürdig aufgrund starker Schädigungen von Weichteilen, Gefäßen und evtl. sogar Nerven bezeichnet wurden. Die Einstellung der modernen Unfallchirurgie, auch bei schwersten Verletzungen der Extremitäten als Alternative zur Amputation eine Erhaltung zu versuchen, läßt nach BURRI die relativ hoch erscheinende Infektionsrate nach osteosynthetisierten offenen Frakturen in einem milderen Licht erscheinen, zumal Untersuchungen beweisen - und dies zeigen auch die Tübinger Ergebnisse - daß sich die Infek-

tionsquoten bei Operationen von mehr als einer Stunde bereits um etwa das Doppelte erhöhen.
Hinsichtlich der ermittelten Infektionserreger zeigt sich deutlich, daß, entsprechend den Angaben in der Literatur, Staph. aureus noch immer eine wichtige, wenn auch nicht mehr die unumschränkt dominierende Stellung inne hat. Dieser klassische Erreger der eitrigen posttraumatischen Osteomyelitis zeigt vor allem bei der primären Manifestation der ossären Infekte seine immanente Wichtigkeit. Hier, dies zeigen die Ergebnisse deutlich, kommt den anderen Erregern nur eine sekundäre Bedeutung zu. Analoges lassen auch Untersuchungen von VASEY erkennen.
Die gramnegativen Keime gewinnen erst im Laufe der klinischen Behandlung große Bedeutung, wie sich an den häufigen Super- und Reinfektionen mit gefürchteten gramnegativen Klinikskeimen bei vielen posttraumatischen Osteomyelitiden zeigt. Analog zu den Untersuchungen LINZENMEIERS am Unfallkrankenhaus 'Bergmannsheil' in Bochum konnten auch in Tübingen in mehr als der Hälfte der Abstrichbefunde gramnegative Keime nachgewiesen werden.
Die hohe Zahl der im Laufe der stationären Behandlung diagnostizierten Mischinfektion (über 50%) stimmt mit Angaben von BURRI und FEISCHEL überein. Die Abstrichergebnisse der Redonschläuche einiger Saug- Spüldrainagen mit einer Beteiligung des Bakteriums pyocyaneus, meist in Mischinfektion mit anderen gramnegativen Erregern von über 60%, machen die Gefahr deutlich, die lange Spülungen bis zu 153 Tagen mit sich bringen können. Sie müssen entsprechend den Angaben KOCHS als warme Pfütze und mithin idealer Nährboden für Pseudomonas und andere gefährliche gramnegative Klinikskeime angesehen werden. Man hat dies inzwischen erkannt und vermeidet deshalb lange Spülungen auch bei Markraumphlegmonen.
Wie schlecht virulente Hospitalkeime antibiotisch zu beeinflussen sind, zeigen die Resistenzermittlungen der durchgeführten Antibiogramme. So konnte bei 16 Abstrichen mit Staphylococcus aureus nur noch in 44% eine Empfindlichkeit

gegenüber Penicillin nachgewiesen werden; ein Ansprechen von Staph. aureus auf alle Antibiotika, einschließlich Penicillin, wie es LINZENMEIER Ende der 60er Jahre noch im 'Bergmannsheil' ermittelte, konnte nicht nachgewiesen werden.
Bakterium pyocyaneus erwies sich entsprechend Angaben in der Literatur (DOBERSTEIN, SIMON et al., SÖDER, WILLENEGGER u.a.) als äußerst resistent und zeigte vielfach nur Empfindlichkeit gegen Gentamycin und Polymyxin, die als wichtigste Antibiotika gegen gramnegative Hospitalkeime angesehen werden müssen.
Die häufige Anzahl z.T. wechselnder Mischinfektionen sowie der hohe Resistenzgrad vieler Erreger gegenüber den gebräuchlichen Antibiotika macht deutlich, wie wichtig die stete Wundabstrichanalyse mit Antibiogramm für die erfolgversprechende antibiotische Therapie einzuschätzen ist.
Trotz der großen Anzahl der dem Therapeuten zur Verfügung stehenden Antibiotika gab man an der Tübinger Klinik in vielen Fällen hochdosierten Penicillinen und Penicillinabkömmlingen entsprechend der Forderung KUSCHINSKY'S et al. gegenüber anderen Antibiotika den Vorzug. Eine derartige antibiotische Grundhaltung, potentere Medikamente nicht schon primär, sondern erst nach Versagen leichterer Antibiotika einzusetzten, hat den Vorteil, allzu schnelle Resistenzbildung zu verhindern und Intoxikationen des Organismus niedrig zu halten.
Die an der hiesigen Klinik bei offenen, stark verschmutzten Frakturen von Beginn der Klinikseinweisung an durchgeführte Antibiotikaprophylaxe wird nicht von allen Autoren befürwortet. So lehnen einige AO- Autoren (BURRI et al.) prophylaktische Antibiotikagaben sowohl bei geschlossenen als auch bei offenen Frakturen ab. MATTER et al. konnten bei 200 konsekutiven Fällen mit offenen Frakturen keinen signifikanten Vorteil einer antibiotischen Abschirmung nachweisen. Nach VASEY treten in vielen Fällen von offenen Frakturen sogar mehr Infektionen auf als ohne Prophylaxe.
Demgegenüber befürworten WYSOCKI, JUNGBLUTH, GRUSS u.a.

grundsätzlich sofortige Antibiotikagaben innerhalb der ersten 4 Stunden bei offenen Frakturen und sehen hierin einen wichtigen Grund für die Senkung der Infektionsrate nach offenen Frakturen.
Zur Bekämpfung und Verhütung des bakteriellen Hospitalismus wird jedoch heute vielfach die Indikation zur Antibiotikaprophylaxe eher etwas enger gestellt, da der 'antibiotic umbrellar' nach LINZENMEIER vielfach das Gegenteil von dem bewirkt hat, was er ursprünglich bewirken sollte, indem er zur selektiven Auswahl resistenter Erreger führt.
Wie von den meisten Autoren propagiert, wird auch an der Tübinger Klinik die Stabilität im Infektionsbereich als der wesentliche Schwerpunkt der Therapie der akuten posttraumatischen Osteomyelitis erachtet. Entsprechend der Grundsatzfeststellung, daß eine Osteosynthese auch bei floridem Infekt solange erhalten bleiben sollte, als sie eine stabile Retension der Fragmente gewährleistet, wurden Metallentfernungen nur bei Lockerungszeichen und Metallbrüchen vorgenommen. Bei den infektionsbedingten Osteosyntheselockerungen wurde nach Möglichkeit eine stabile Reosteosynthese angestrebt, was sich jedoch nur in der Hälfte der Fälle realisieren ließ. Die von SCHLACHETZKI, LANGE und WITT geforderte Ruhigstellung durch Gips in derartigen Fällen fand nur in einem Falle bei äußerst floridem Infektgeschehen Beachtung.

Nach Sequestrotomie und Nekroseausräumung wurde, wenn immer möglich, eine autologe Spongiosaplastik zur Deckung des osteomyelitischen Defektes durchgeführt, wobei mehrmals kleinere Eingriffe ausgedehnten Operationen vorgezogen wurden. Es läßt sich also konstatieren, daß die autologe Spongiosa an der Tübinger Klinik, entsprechend den Angaben von BURRI, MATTI, SCHWEIBERER, VEIHELMANN, WELLER u.a. als Hilfsmittel der Wahl zur Auffüllung radikal ausgeräumter osteomyelitischer Herde angesehen wird.

Einen anderen therapeutischen Schwerpunkt bildet die Saug-Spüldrainage, die bei 80% aller Patienten mit ossärer Infektion durchgeführt wurde. Während noch vor wenigen Jahren größtenteils mit Kochsalzlösungen gespült wurde, verwendet

man heute an der Tübinger Klinik Ringer-Lösung, die, entsprechend den Untersuchungen von KALLENBERGER, ROTH und LEDERMANN, gewebefreundlicher ist. Auch hinsichtlich der Länge der Spülungen ist man heute anderer Meinung wie noch vor einigen Jahren. Wie bei den Redonschlauchabstrichbefunden ersichtlich, wurde durch überlange Markraumspülungen in einigen Fällen entgegen der Intension der Spülbehandlung (Überführung des Infektgeschehens in ein blandes Stadium) eine warme Pfütze nach KOCH erzeugt, die zur Züchtung resistenter Hospitalismuskeime beitrug. Entsprechend den Vorstellungen der AO wird an der Tübinger Klinik die Spülbehandlung heute meist nur noch bei aggressiver Form der Osteitis (BURRI) mit eitriger Sekretion für einige Tage durchgeführt. Der in den Ergebnissen erkennbare hohe Anteil erfolgter Spülungen mit Antibiotikazusatz wird heute nur noch von wenigen Autoren der AO (BURRI, WILLENEGGER u.a.) auf kurze Zeit für dienlich gehalten. HIERHOLZER, REHN et al lehnen dagegen jeglichen Antibiotikazusatz ab. Gleicher Auffassung ist man heute auch an der Tübinger Klinik.
Durch intensive Saug- Spüldrainagen konnte jedoch, und dies beweisen die Ergebnisse, eine weitere Ausdehnung der Infektion auf noch gesunde Knochenpartien überwiegend verhindert werden, was sich vor allem bei Markraumphlegmonen als entscheidend für die Erhaltung der Extremität auszahlte. So konnten durch die Saug- Spüldrainage, und dies stimmt mit Angaben in der Literatur überein (REHM, WILLENEGGER u.a.), die früher häufig beobachteten Folgen der Markraumphlegmone vermieden werden; bei den 19 Patienten mit ossärem Infekt war k e i n e Amputation nötig.
Besondere Schwierigkeiten, dies wird auch in der Literatur angegeben (BURRI, HIERHOLZER et al, REHM u.a.), ergaben sich bei der Deckung von Hautnekrosen am Unterschenkel, die überwiegend nach offenen Frakturen auftreten und eine wichtige Rolle in der Pathogenese des ossären Infektes einnehmen. Trotz intensiver chirurgischer Bemühungen konnte hier in einigen Fällen ein ossärer Infekt nicht verhindert werden, obwohl durch Thierschlappen, Verschiebelappen oder

Reverdinplastik eine Deckung des Defektes versucht wurde.

Durch derartige chirurgische Therapie, mit den auch in der Literatur angegebenen Schwerpunkten: Stabilität, Ausräumung, Saug- Spüldrainage und Spongiosaplastik sowie gezielter antibiotischer Behandlung konnte in 90% der knöchernen Infektionen ein günstiges Behandlungsergebnis erzielt werden, wobei in den meisten Fällen eine funktionelle Wiederherstellung der infizierten Extremität erreicht werden konnte. Dieses Behandlungsergebnis entspricht den Angaben BURRIS, der an 213 Fällen einen Therapieerfolg von über 90% erzielte.

Bei den 2 Fällen, in denen kein Behandlungserfolg erzielt werden konnte, handelte es sich um 2 ältere Patienten mit Tumoranamnese, bei denen es nach mit Hüftprothese versorgter Schenkelhalsfraktur zur massiven eitrigen posttraumatischen Osteomyelitis kam. Während in dem einen Fall ein günstiges Behandlungsergebnis an der Weigerung der Patientin zu weiteren chirurgischen Eingriffen scheiterte (siehe Kasuistik Fall 1), kam es in dem anderen Fall nach Prothesewechsel zum Ableben des Patienten.

Die Tatsache, daß es bei 2 Patienten mit Tumoranamnese zur massiven posttraumatischen Osteomyelitis kam, verdeutlicht die besondere Anfälligkeit eines geschwächten, mit schlechter körpereigener Abwehrkraft ausgerüsteten Organismus. Entsprechend den Angaben von SCHAUWECKER kann es hier auch bei geringster iatrogener Keimverschleppung zur purulenten ossären Infektion kommen, die schließlich in den meisten Fällen eine Entfernung des gelockerten metallischen Fremdkörpers nötig macht.

Dies mag verdeutlichen, daß die primäre Prophylaxe der posttraumatischen Osteomyelitis in der richtigen Indikation zur Osteosynthese besteht. Ist der Entschluß zur operativen Versorgung mit Osteosynthese gefallen, so sollte mit bis ins Detail geplanten hygienischen Maßnahmen alles getan sein bzw. alles getan werden, um eine Kontamination der bereits bestehenden oder operativ gesetzten Wunde mit gefährlichen Kliniksкeimen so gering wie möglich zu halten. Hierzu zählen nach

KOSLOWSKI: Regelmäßige Desinfektion infizierter Räume, Durchführung von Verbandswechseln nur mit Einmalhandschuhen, Umkleidedisziplin, Vermeidung unnötiger Kreuzungswege zwischen Patienten, Personal und Besuchern sowie hermetische Absperrung der Operationsabteilung und der Intensivpflegestation und laufende Überprüfung des Hauses durch einen erfahrenen Hygieniker.
Werden diese Forderungen erfüllt, so stellt die Osteosynthese in der Hand des geübten und erfahrenen Chirurgen eine segensreiche Erweiterung operativer Frakturbehandlung dar. Die gefährlichste Komplikation - der ossäre Infekt - läßt sich so auf ein verantwortliches Maß reduzieren und durch geeignete chirurgische Maßnahmen meist sehr bald unter Kontrolle bringen.
Daß an der Tübinger Klinik die Bemühungen in dieser Richtung laufen, läßt sich daran erkennen, daß seit 1974 die posttraumatischen Osteomyelitiden nach operativer Frakturversorgung mit Osteosynthese rückläufig sind. Die statistische Untersuchung der osteosynthetisierten Patienten hat erkennen lassen, daß die chirurgische Klinik Tübingen hinsichtlich ihrer Infektionsrate nach Osteosynthese versorgten Frakturen und den Behandlungsergebnissen der ossären Infektionen durchaus einem Vergleich mit großen in- und ausländischen Kliniken standhalten kann.
Diese erfreuliche Tatsache ist ein Verdienst intensiver Hygienemaßnahmen zur Bekämpfung des Hospitalismus und der langjährigen Erfahrung und Routine der verantwortlichen Chirurgen.

8. ZUSAMMENFASSUNG

Die moderne Osteosynthese, die als eine Erweiterung der konservativen Knochenbruchbehandlung angesehen werden muß, ist aus der heutigen Frakturtherapie nicht mehr wegzudenken.

Sie erscheint vor allem bei solchen Frakturen indiziert, die zur völligen funktionellen Wiederherstellung der betroffenen Extremität eine exakte anatomische Reposition erfordern. Neben der absoluten Indikation hat sich die Osteosynthese jedoch auch bei vielen relativen Indikationen durchgesetzt und zur Verdrängung konservativer Behandlungsmaßnahmen geführt. Die operative Frakturversorgung durch Osteosynthese birgt aber auch Gefahren in sich, von denen der ossäre Infekt die zweifellos größte Bedeutung besitzt.

Um den Stellenwert und die Relevanz der Infektionsgefährdung osteosynthetisierter Frakturen näher zu beleuchten, wurde an der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen eine statistische Untersuchung an 1231 Osteosynthesen durchgeführt.

Die Untersuchung zeigte auf, daß nur in einem sehr geringen Prozentsatz (1,62%) ein knöcherner Infekt auftrat, wobei es sich größtenteils (75%) um aggressiv-eitrige posttraumatische Osteomyelitiden handelte.

Die 20 ossären Infektionen bei 19 Patienten konnten jedoch zu 90% innerhalb eines Zeitraumes von wenigen Wochen bis zu einigen Jahren zum Stillstand gebracht werden, ohne daß eine Amputation nötig wurde.

Obwohl bei den Osteomyelitispatienten lange Kliniksaufenthalte von mehreren Monaten mit wiederholten operativen Eingriffen die Regel waren, konnte in beinahe allen Fällen eine mehr oder weniger gute Belastungsstabilität und Funktionsfähigkeit der betroffenen Extremität erreicht werden.

Innerhalb der Therapie der posttraumatischen Osteomyelitis kommt der Stabilität im Infektionsbereich, die bei noch nicht durchbauter Fraktur möglichst mit Osteosynthese erreicht werden sollte, eine entscheidende Aufgabe zu. Neben der radikalen Ausräumung osteomyelitischer Herde und einer, vor

allem bei aggressiver Osteomyelitis nötig werdenden Saug-Spüldrainage, die heute ohne Antibiotikazusatz durchgeführt wird, besitzt vor allem die autologe Spongiosaplastik zur Auffüllung der Osteomyelitis bedingten knöchernen Defekte und zur Beschleunigung der knöchernen Durchbauung eine entscheidende Bedeutung. Gezielte Antibiotikatherapie und lokale Wundbehandlung haben einen wichtigen unterstützenden Charakter.

Welch große Bedeutung konsequenten und bis ins Detail geplanten Hygienemaßnahmen zukommt, verdeutlicht die äußerst geringe Infektrate nach geschlossenen Frakturen, die lediglich 0,86% betrug.

Die niedrige Infektionsrate nach osteosynthetisierten offenen und geschlossenen Frakturen an der Tübinger Klinik, die im Vergleich zu anderen Kliniken sehr günstig ausfällt, läßt erkennen, daß die Osteosynthese in der Hand erfahrener und verantwortungsvoller Chirurgen an einer nach modernen Hygienevorschriften ausgerichteten Klinik eine segensreiche Erweiterung der Frakturenbehandlung darstellt, da neben den zu erzielenden hervorragenden Funktionsresultaten dem Patienten lange Krankenhausaufenthalte erspart bleiben und der operative Eingriff nur eine geringe Gefährdung durch ossäre Infektion in sich birgt.

9. TABELLENANHANG

Tabelle Nr.13: Osteosynthesen in Abhängigkeit vom Lebensalter (Männer).

Alter (Jahre)	nPatienten	nOsteosynthesen
20	67	74
20 - 29	242	269
30 - 39	125	138
40 - 49	103	112
50 - 59	41	43
60 - 69	64	67
70 - 79	23	23
80 - 89	11	11
90	4	4

Tabelle Nr.14: Osteosynthesen in Abhängigkeit vom Lebensalter (Frauen).

Alter (Jahre)	nPatienten	nOsteosynthesen
20	26	28
20 - 29	81	88
30 - 39	52	55
40 - 49	47	49
50 - 59	45	45
60 - 69	73	74
70 - 79	72	72
80 - 89	71	71
90	8	8

Tabelle Nr. 15: Lokalisation der Osteosynthesen und der ossären Infektionen (Männer)

	insgesamt	geschlossen	offen	Mehrfach	entz. Rötung	knöcherne Infektion
Schenkelhals	36	36	-	4	-	1
Oberschenkel	126	105	21	35	1	3
Unterschenkel	190	135	55	27	1	8
Sprunggelenk	144	132	12	12	-	2
Fuß	23	15	8	6	-	-
Oberarm	50	45	5	5	-	1
Unterarm	76	60	16	16	-	1
Olecranon	16	11	5	4	-	1
Hand	33	16	17	1	-	-
Klavikula	6	6	-	1	-	-
Becken	5	5	-	-	-	-
Patella	26	22	4	4	-	-
Andere	10	10	-	-	-	-

Tabelle Nr.16: Lokalisation der Osteosynthesen und der ossären Infektionen (Frauen)

	insgesamt	geschlossen	offen	Mehrfach	entz.Rötung	knöcherne Infektion
Schenkelhals	72	72	-	-	-	1
Oberschenkel	67	61	6	9	-	-
Unterschenkel	89	72	17	4	1	1
Sprunggelenk	109	105	4	4	-	-
Fuß	8	7	1	-	-	-
Oberarm	42	39	3	5	-	-
Unterarm	47	42	5	2	-	-
Olecranon	21	17	4	-	-	-
Hand	12	10	2	-	-	-
Klavikula	5	5	-	1	-	1
Becken	2	2	-	1	-	-
Patella	13	12	1	1	-	-
Andere	3	3	-	-	-	-

Tabelle Nr.17: Ossäre Infektionen nach 490 Osteosynthesen bei 475 weiblichen Patienten

	n	nInfekte	%Infekte
Hüftprothesen (Total-u.Kopfprothesen)	34	1	2,94
geschlossene Frakturen	447	3	0,67
offene Frakturen	43	-	-
gesamte Frakturen	490	3	0,61

Tabelle Nr.18: Ossäre Infektionen nach 741 Osteosynthesen bei 680 männlichen Patienten

	n	nInfekte	%Infekte
Hüftprothesen (Total-u.Kopfprothesen)	15	1	6,66
geschlossene Frakturen	598	6	1,00
offene Frakturen	143	11	7,69
gesamte Frakturen	741	17	2,29

Tabelle Nr.19: Ossäre Infektionen nach 1261 Osteosynthesen bei 1155 männl. und weibl. Patienten

	n	nInfekte	%Infekte
Hüftprothesen (Total-u.Kopfprothesen)	49	2	4,08
geschlossene Frakturen	1045	9	0,86
offene Frakturen	186	11	5,91
gesamte Frakturen	1231	20	1,62

Tabelle Nr.20: Aufgliederung der 142 Mehrfachosteosynthesen bei 66 männlichen und weiblichen Patienten

Mehrfach-osteosynth.	nFrauen	nMänner	ngesamt	nOsteosynth.
2-fach	10	48	58	116
3-fach	1	5	6	18
4-fach	1	1	2	8

Tabelle Nr.21: Lokalisation der 32 mit Osteosynthese versorgten Frakturen der 19 Patienten mit ossärem Infekt

	insg.	geschl.	offen	mehrf.	ossärer Infekt
Schenkelhals	2	2	-	-	2
Oberschenkel	6	3	3	6	3
Unterschenkel	12	4	8	7	9
Sprunggelenk	3	3	-	3	2
Fuß	2	2	-	2	-
Oberarm	2	2	-	1	1
Unterarm	2	2	-	2	1
Olecranon	2	2	-	1	1
Hand	-	-	-	-	-
Klavikula	1	1	-	-	1

Tabelle Nr.22: Therapeutische Maßnahmen zur stabilen Fixation des knöchernen Infektionsbereichs

Therapie	n infiz. Osteosynth.
Reosteosynthese mit Platte, Schraube oder Nagel	2
Erneute Stabilisierung mit äußerem Spanner	1
Erneute Stabilisierung durch Gipsverband	2
Keine neue oder zusätzliche Fixation, da Osteosynthese stabil	11
Erneute Osteosynthese wegen Plattenbruch	2
Protheseentfernung mit Anlegen einer Girdlestone - Hüfte	1

Tabelle Nr.23: Anwendung der Saug-Spüldrainage

Kriterium	n infiz. Osteosynth.
Ohne kontinuierliche Saug-Spüldrainage	4
Kontinuierliche Saug-Spüldrainage mit Ringer- und Kochsalzlösung	16
Davon im Frakturgebiet: Für 1 Woche	2
Für 2 Wochen	4
Davon im Markraum: Für 14-153 Tage	10
Spülungen mit Antibiotikazusatz (Polybactrin, Refobacin, etc.)	12
Im Frakturgebiet: Für 3-5 Tage	4
Für 5-8 Tage	2
Im Markraum: Für 1-7 Wochen	6

Tabelle Nr.24: Wichtige Daten der 19 Patienten mit knöcherner Infektion

Patient	Alter b.Unfall u. Geschlecht	Frakturlokal. (infiziert)	primärer Weichteilzust.	Unfallursache	durchgef. Osteosyn.	OP-Dauer (min)
1. G.M.	34 weibl.	U'schenkel (Pseudarthrose)	geschlossen	Autounfall	Marknagel	130
2. G.B.	21 weibl.	Klavikula	geschlossen	Reitunfall	Platte	60
3. L.SCH.	65 weibl.	Schenkelhals	geschlossen	hingefallen	Totalproth.	90
4. M.E.	30 männl.	Olecranon	geschlossen	Autounfall	Zuggurtung	90
5. R.G.	19 männl.	O'schenkel U'schenkel	offen offen	Motorrad-unfall	Platte Fixat.ext.	160 140
6. H.S.	20 männl.	O'schenkel	offen	Autounfall	Platte	165
7. J.SCH.	25 männl.	U'schenkel	offen	Autounfall	Fixat.ext.	75
8. A.H.	40 männl.	U'schenkel	offen	Autounfall	Marknagel	125
9. H.K.	56 männl.	Sprunggelenk	geschlossen	hingefallen	Platte	150
10. A.E.	44 männl.	U'schenkel	offen	Fußgängerunf.	Platte	145
11. SP.L.	35 männl.	Unterarm	geschlossen	Mopedunfall	Platte	120
12. H.-U.H.	17 männl.	O'schenkel	offen	Fahrradunfall	Marknagel	100
13. A.G.	41 männl.	U'schenkel	offen	Autounfall	Fixat.ext.	50
14. H.W.	40 männl.	Sprunggelenk	geschlossen	Autounfall	Zuggurtung	90
15. J.W.	64 männl.	Schenkelhals	geschlossen	hingefallen	Totalproth.	100
16. K.SCH.	15 männl.	U'schenkel	offen	Mofaunfall	Marknagel	120
17. J.B.	30 männl.	U'schenkel	offen	Arbeitsunfall	Fixat.ext.	75
18. TH.R.	55 männl.	U'schenkel	offen	Fußgängerunf.	Marknagel	130
19. D.Z.	48 männl.	Oberarm	geschlossen	Autounfall	Platte	100

Fragebogenmuster 1:

CHIRURGISCHE KLINIK
UND POLIKLINIK
DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN

Direktor: Prof.Dr.L.Koslowski

74 Tübingen, den

Sehr verehrte Frau Kollegin!
Sehr geehrter Herr Kollege!

Ihr Patient..... geb.....
war wegen einer ..... Fraktur im .....
hier in stationärer Behandlung. Zur Überprüfung unserer Behandlungsmethoden bitten wir Sie höflich, uns einige Angaben über den weiteren Verlauf zu machen und die folgenden Fragen durch Ankreuzen zu beantworten.
Sollten Entzündungszeichen aufgetreten sein, so wären wir für eine Überweisung zur Nachuntersuchung sehr dankbar.

Trat im Frakturbereich auf:

	ja	nein
Rötung oder Überwärmung?		
Fistelung?		
Sequesterbildung?		
War wegen derartiger Komplikationen Ihre oder anderweitige Behandlung erforderlich?		

Für Ihre freundliche Mitarbeit danken wir Ihnen sehr herzlich.

Mit freundlichem kollegialem Gruß

Priv.-Doz.Dr.Veihelmann
Oberarzt der Klinik
Facharzt für Chirurgie-
Unfallchirurgie

Fragebogenmuster 2:

CHIRURGISCHE KLINIK
UND POLIKLINIK
DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN

Direktor: Prof.Dr.L.Koslowski

74 Tübingen, den

Sehr geehrter Herr/Frau

Im..... waren Sie wegen einer.....
Fraktur hier in stationärer Behandlung. Dürfen wir Sie höflich bitten, uns einige Angaben über den weiteren Krankheitsverlauf zu machen und die folgenden Fragen zu beantworten:
Trat nach Abschluß unserer Behandlung im Bereich des Knochenbruches

	ja	nein
eine entzündliche Rötung mit Überwärmung auf?		
eine Fistelung auf?		
eine Eiterung auf?		
Mußten Sie sich deswegen in andere ärztliche Behandlung begeben?		

Falls eine solche Komplikation aufgetreten ist, würden wir Sie höflich bitten, zu einer Nachuntersuchung in unsere Frakturensprechstunde (Donnerstag 8.oo - 11.oo Uhr) zu kommen und sich unter Vorlage dieses Briefes melden.

Mit herzlichem Dank für Ihre Mitarbeit und
freundlichen Grüßen

Priv.-Doz.Dr.Veihelmann
Oberarzt der Klinik
Facharzt für Chirurgie-
Unfallchirurgie

10. LITERATURVERZEICHNIS

ALLGÖWER, M.: Weichteilprobleme und Infektionsrisiko der Osteosynthese. Langenbecks Arch. Chir. 329, 1127-1136 (1971).

ALLGÖWER, M.: Allgemeine und spezielle Chirurgie. 2.Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1973.

ARENS, W.: Die operative Behandlung der Falschgelenkbildung der langen Röhrenknochen bei gleichzeitig bestehender fistelnder, chronisch-eitriger Osteomyelitis. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 147-150 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

ARNDT, G.: Über die plastische Hautdeckung von Erfrierungs- und Amputationsstümpfen unter besonderer Berücksichtigung des Wertes kurzer Amputationsstümpfe. Z. orthop. Chir. 77, 40-78 (1948).

BECK, H.: Die Bündelnagelung. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 25, 131-136 (1975).

BEDACHT, R.: Kollagenanwendung bei posttraumatischer chronisch rezidivierender Osteomyelitis. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 163-170 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer (1970).

BEDACHT, R.: Klinik und Therapie der Osteomyelitis. Chir. prax. 16, 7-18 (1972).

BERTELE, G.: Beitrag zur Behandlung osteomyelitischer Knochenhöhlen. Zbl. Chir. 78, 664-667 (1953).

BISCHOFSBERGER, C.: Die Entzündungen der Knochen. In: Handbuch der Orthopädie, Band 1, S.623 Stuttgart: Thieme 1957.

BÖHLER, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung. 13.Aufl. Wien, Bonn, Bern: Maudrich (1957).

BÖHM, E. und G. KÖNN: Zur Morphologie der posttraumatischen Osteomyelitis. Mschr. Unfallheilk. 79, 127-132 (1976).

BUCHHOLZ, H.W. und H. ENGELBRECHT: Über die Depotwirkung einiger Antibiotika bei Vermischung mit dem Kunstharz Palacos. Chirurg 41, 511-515 (1970).

BURRI, C.: Posttraumatische Osteitis. 1.Aufl. Bern, Stuttgart, Wien: Huber 1974.

BURRI, C. und H. HENKEMEYER: Autologe Spongiosa bei Osteomyelitis mit Knochen-, Weichteil- und Hautdefekt. Langenbecks Arch. Chir. 329, 1022 (1971).

BURRI, C., H.HENKEMEYER und TH. RÜEDI: Chirurgische Behandlung infizierter Knochendefekte. Langenbecks Arch. Chir. 330, 54-76 (1971).

BURRI, C., TH.RÜEDI, K.HELL und M. ALLGÖWER: Primäre und sekundäre Sanierung osteitischer Herde mit autoplastischer Spongiosa. In: Die posttr. Osteomyelitis, S. 117-124 ed. G. Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

CAUCHOIX, J.: Zitiert in M.E. Müller: Die Infektion und ihre Verhütung bei der Implantatchirurgie. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 14, 177-191 (1972).

CECH, O. und A. DEBRUNNER: Behandlung der infizierten Osteosynthesen und Pseudarthrosen mit Hilfe der externen Fixation. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 155-162 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

CONTZEN, H.: Klinik der posttraumatischen Osteomyelitis. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 10, 13-21 (1970).

CONTZEN, H.: Abakterielle Osteitis durch Metallose. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 35-38 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

DANIS, R.: Zitiert in H.Willenegger: Licht und Schatten über der Indikation zur Knochenbruchbehandlung. Mschr. Unfallheilk. 75, 455-468 (1972).

DAUM, R.: Indikation zur konservativen und operativen Knochenbruchbehandlung - Besonderheiten beim Kind. Langenbecks Arch. Chir. 337, 425-430 (1974).

DOBERSTEIN, A.: Die antibiotische Behandlung der traumatischen Knocheninfektion. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 255-260 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

DÜBEN, W.: Grundsatzfragen der Knochenbruchbehandlung. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 25, 125-130 (1975).

ECKE, H.: Die Behandlung der chronischen Osteomyelitis mit plastischen Operationsverfahren. Chirurg 33, 123-125 (1962).

ECKE, H.: Behandlungsverfahren bei der chronischen posttraumatischen Osteomyelitis. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 111-116 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

ELEK, P.: Zitiert in H.Contzen: Klinik der posttraumatischen Osteomyelitis. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 10, 13-21 (1970).

ERNST, ST.: Internistische Langzeitbetreuung des Osteomyelitis-Patienten. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 10, 111-114 (1970).

FEISCHEL, P.: Mischinfektion und bakteriologische Resistenzprobleme bei der posttraumatischen Osteomyelitis. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 229-232 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

FERRARI-BRUNNENFELD, M. und O. RAINER: Chirurgische Behandlung und Diagnostik der Osteomyelitis unter besonderer Berücksichtigung der Knochenszintigraphie und Dauersaugspüldrainage. Mschr. Unfallheilk. 76, 175-183 (1973).

FLACH, K.: Erscheinungsformen der posttraumatischen Osteomyelitis im Röntgenbild. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 21-23 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

FRIEDRICH, B., W.N. FERBERT, H.K. KAUFNER und D. LIN: Zur Ätiologie der posttraumatischen Osteomyelitis. Mschr. Unfallheilk. 77, 29-35 (1974).

GRUNDMANN, G.: Experimentelle Untersuchungen zur Pathogenese der Osteomyelitis. Langenbecks Arch. Chir. 277, 117-142 (1953).

GUSTILO, R.B., L. SIPSON and R. NIXON: Analysis of 511 open fractures. Chir. orthop. 66, 148 (1969).

HEIM, U. und K.M. PFEIFFER: Periphere Osteosynthesen unter Verwendung des Kleinfragment-Instrumentariums der AO. 1.Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1972.

HELLNER, H.: Die haematogene Osteomyelitis und ihre Behandlung. 1.Aufl. Stuttgart: Enke 1954.

HIERHOLZER, G.: Morphologische und klinische Abgrenzung der posttraumatischen Osteomyelitis gegenüber anderen Formen der Knocheninfektion (Diskussionsreferat). In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 65-69 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

HIERHOLZER, G.: Indikation und Methodik der Spalthautverpflanzung nach knöcherner Ausmuldung. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 141-146 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

HIERHOLZER, G.: Antibiotika in der Unfallchirurgie. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 17, 41-48 (1973).

HIERHOLZER, G.: Gelenknahe Frakturen. Langenbecks Arch. Chir. 337, 415-420 (1974).

HIERHOLZER, G.: Stabilisierung des Knochenbruchs bei Weichteilschäden mit Fixateur externe. Langenbecks Arch. Chir. 339, 505-509 (1975).

HIERHOLZER, G. und R. KLEINING: Antibiotika und Knochen-Chirurgie. Mschr. Unfallheilkunde 79, 203-208 (1976).

HIERHOLZER, G., R. KLEINING und G. HÖRSTER: Pathogenese und Therapie der akuten posttraumatischen Osteomyelitis. Mschr. Unfallheilk. 79, 133-141 (1976).

HIERHOLZER, G., G. LINZENMAIER und H. KNOTHE: Voraussetzungen für die antibiotische Therapie der posttraumatischen Osteomyelitis. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 243-248 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

HIPP, E.: Die posttraumatische Spondylitis. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 10, 89-94 (1970).

IMMENKAMP, M. und G. HIERHOLZER: Die infizierte Pseudarthrose. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 10, 71-80 (1970).

KALLENBERGER, A., W. ROTH und M. LEDERMANN: Experimentelle und bakteriologische Untersuchungen zur Wahl des Spülmittels für die antibakterielle Spüldrainage. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 265-274 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

KANZ, E.: Aseptik in der Chirurgie. 1.Aufl. München, Berlin, Wien: Urban & Schwarzenberg 1971.

KEY, J.A.: Zitiert in J.Schlachetzki: Zur posttraumatischen Osteomyelitis nach Osteosynthesen: Entfernung des Osteosynthesematerials. Mschr. Unfallheilk. 74, 82-89 (1971).

KLEMM, K.: Erfahrungen mit der geschlossenen und offenen Spüldrainage bei der Behandlung der chronischen Osteomyelitis. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 137-140 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

KLEMM, K.: Zur Frage der Antibiotika-Anwendung bei posttraumatischer Osteomyelitis Mschr. Unfallheilk. 75, 423-431 (1972).

KOCH, H.: Keimwandel der Osteomyelitis durch Spüldrainage. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 233-237 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

KÖNN, G. und B. POSTBERG: Zur Abgrenzung der posttraumatischen Osteomyelitis gegenüber anderen Knocheninfektionen vom Standpunkt des Pathologen. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 3-10 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

KOSLOWSKI, L.: Chirurgische Problematik des Hospitalismus. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 25, 25-36 (1975).

KUNER, E.H., F. WEYAND und B. DOMRES: Zur Leistungsfähigkeit autologer Spongiosa bei der Behandlung knöcherner Defekte. Mschr. Unfallheilkunde 75, 189-202 (1972).

KÜNTSCHER, G.: Praxis der Marknagelung. 1.Aufl. München: Schattauer 1962.

KÜNTSCHER, G.: Zur Frage der Infektion nach Aufweitung der Markhöhle. Chirurg 39, 236-240 (1968).

KÜNTSCHER, G.: Die Technik der geschlossenen Osteotomie. Mschr. Unfallheilkunde 75, 505-512 (1972).

KUSCHINSKY, G. und H. LÜLLMANN: Kurzes Lehrbuch der Pharmakologie. 6.Aufl. Stuttgart: Thieme 1974.

LAMBOTTE, A.: Zitiert in H.Willenegger: Licht und Schatten über der Indikation zur Knochenbruchbehandlung. Mschr. Unfallheilkunde 75, 455-468 (1972).

LANG, K.: Erfahrungen über gestielte Hautplastiken. Chirurg 16, 212-224 (1944).

LANGE, M.: Zitiert in J.Schlachetzki: Zur posttraumatischen Osteomyelitis nach Osteosynthesen: Entfernung des Osteosynthesematerials. Mschr. Unfallheilkunde 74, 82-89 (1971).

LINZENMEIER, G.: Bakteriologische Probleme der posttraumatischen Osteomyelitis. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 215-221 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

LINZENMEIER, G.: Hygiene als Voraussetzung für Asepsis. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 17, 13-20 (1973).

LÜDECKE, H. und L. SCHEIBERER: Entzündliche Erkrankungen des Knochens und der Gelenke. Chirurg 41, 204-209 (1970).

MATTER, P. und E. GUT: Zitiert in C.Burri: Posttraumatische Osteitis. 1.Aufl. Bern, Stuttgart, Wien: Huber 1974.

MATTI, H.: Über freie Transplantationen von Knochenspongiosa. Langenbecks Arch. Chir. 168, 236-258 (1932).

MITTELMEIER, H.: Zur Entstehung und Bedeutung der exogenen Osteomyelitis. Aufgrund statistischer Auswertung von 404 Osteomyelitis-Fällen. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 11-20 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

MÜLLER, M.E.: Die Infektion und ihre Verhütung bei der Implantatchirurgie. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 14, 177-191 (1972).

MÜLLER, M.E., M. ALLGÖWER und H. WILLENEGGER: Technik der operativen Frakturbehandlung. 1.Aufl. Göttingen, Heidelberg, Berlin: Springer 1963.

MÜLLER, M.E., M. ALLGÖWER und H. WILLENEGGER: Manual der Osteosynthese. 3.Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1969.

OSTAPOWICZ, G.: Allgemeine Therapie der posttraumatischen Osteomyelitis. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 10, 33-42 (1970).

PANNIKE, A. und D. VEIHELMANN: Die stabile Osteosynthese als Ursache und Therapie des Infekts. Bulletin de la Société Internationale de Chirurgie, n° 6, 567-571 (1972).

PLAUE, R.: Über die Beziehungen zwischen Ursachen und Morphologie der exogenen Osteomyelitis. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 25-30 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

[illegible]: Indikationsstellung der osteoplastischen Behandlung bei der eitrigen Frakturostitis. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 193-198 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

POPKIROV, ST.: Chirurgisches Vorgehen bei der Behandlung der eitrigen Frakturostitis bei den mit Küntschernagelung versorgten Brüchen.
In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 99-104 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

REHM, J.: Markphlegmonen nach Marknagelungen. Therapie und klinischer Verlauf.
In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 93-98 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

REHN, J.: Indikationen der Osteosyntheseverfahren bei Frakturen.
In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 13, 17-28 (1971).

REHN, J. und H. WILLENEGGER: Indikation zur konservativen und operativen Knochenbruchbehandlung.
Langenbecks Arch. Chir. 337, 389-397 (1974).

REPLOH, H. und H.-J. OTTE: Lehrbuch der Medizinischen Mikrobiologie.
3.Aufl. Stuttgart: Fischer 1968.

RETTIG, H.: Probleme bei der Behandlung der chronischen Osteomyelitis.
Z. Orthop. 83, 452-455 (1953).

ROSSAK, K.: Hautplastische Operationen bei der Behandlung der exogenen Osteomyelitis.
In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 125-132 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

SCHAUWECKER, F.: Ursachen der Knocheninfektion nach Osteosynthesen.
In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 10, 59-63 (1970).

SCHAUWECKER, F.: Indikationen der Spongiosaplastik.
In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 13, 29-34 (1971).

SCHAUWECKER, F. und S. WELLER: Ursachen der knöchernen Infektion nach Osteosynthesen.
In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 31-34 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York:Schattauer 1970.

SCHLACHETZKI, J.: Zur posttraumatischen Osteomyelitis nach Osteosynthesen: Entfernung des Osteosynthesematerials.
Mschr. Unfallheilk. 74, 82-89 (1971).

SCHMITT, W.: Zitiert in H.WILLENEGGER: Klinik und Therapie der pyogenen Knocheninfektion.
Chirurg 41, 215-221 (1970).

SCHNEIDER, R.: Die Gefahren der Osteosynthese.
Actuelle Chirurgie 6, 89-102 (1971).

SCHNEIDER, R.: Indikation zur konservativen und operativen Frakturbehandlung. Sonderfall: Der alte Mensch.
Langenbecks Arch. Chir. 337, 431-433 (1974).

SCHRAMM, W.: Zitiert in J.Schlachetzki: Zur posttraumatischen Osteomyelitis nach Osteosynthesen: Entfernung des Osteosynthesematerials.
Mschr. Unfallheilk. 74, 82-89 (1971).

SCHWEIBERER, L.: Behandlungsmaßnahmen bei der akuten posttraumatischen Knocheninfektion. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 73-78 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

SCHWEIBERER, L.: Der heutige Stand der Knochentransplantation. Chirurg 42, 252-257 (1971).

SCHWEIBERER, L.: Die ambulante Überwachung von Osteosynthesen. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 17, 153-158 (1973).

SCHWEIBERER, L.: Theoretisch-experimentelle Grundlagen der autologen Spongiosatransplantation im Infekt. Mschr. Unfallheilk. 79, 151-155 (1976).

SCHWEIBERER, L. und M. LINDMANN: Infektion nach Marknagelung. Chirurg 44, 542-548 (1973).

SIMON, R.: Die Übungsbehandlung nach Osteosynthesen. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 17, 159-162 (1973).

SIMON, C. und W. STILLE: Antibiotika-Therapie in Klinik und Praxis. 2.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1973.

SÖDER, H., H.WILLENEGGER, G.M.LUSSER, M.LEDERMANN und H.GOOD: Osteomyelitis. Hefte zur Unfallheilkunde 114, 143-147 (1972).

SPIER, W.: Diagnostik, Klinik und Therapie der insuffizient gewordenen Osteosynthese. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 13, 35-44 (1971).

THURN, P. und E. BÜCHELER: Einführung in die Röntgendiagnostik. 4.Aufl. Stuttgart: Thieme 1974.

TOWERS, A.G. Zitiert in M.E. Müller: Die Infektion und ihre Verhütung bei der Implantatchirurgie. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 14, 177-191 (1972).

TSCHERNE, H.: Die Weichteilversorgung bei offenen Frakturen. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 14, 117-122 (1972).

TSCHERNE, H. und K.P. SCHMIT-NEUERBURG: Therapie akuter Infektionen nach Osteosynthesen. In: Schriftenreihe Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 13, 45-54 (1971).

TSCHERNE, H. und H. BRÜGGEMANN: Die Weichteilbehandlung bei Osteosynthese, insbesondere bei offenen Frakturen. Mschr. Unfallheilk. 79, 467-475 (1976).

VASEY, H.M.: Zitiert in C.Burri: Posttraumatische Osteitis.
1.Aufl. Bern, Stuttgart, Wien: Huber 1974.

VEIHELMANN, D.: Behandlungsrichtlinien für die septische Spongiosatransplantation.
Actuelle Traumatologie 12, 1-5 (1973).

WEBER, B.G.: Indikation zur Osteosynthese der Gelenkfraktur.
Langenbecks Arch. Chir. 337, 421-423 (1974).

WEINBERG, H. and A. FINSTERBUSH: Venous perfusion of the lib with antibiotics for osteomyelitis and chronic infections.
J. Bone Jt Surg. 54A, 1227-1234 (1972).

WELLER, S.: Behandlungsprinzipien von Pseudarthrosen.
Chirurg 38, 445-448 (1967).

WELLER, S. und F. SCHAUWECKER: Über die intraarterielle Antibiotikatherapie bei der posttraumatischen Osteomyelitis.
In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 275-277 ed. G.Hierholzer und J.Rehn.
1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

WILLENEGGER, H.: Klinik und Therapie der pyogenen Knocheninfektion.
Chirurg 41, 215-221 (1970).

WILLENEGGER, H.: Licht und Schatten über der Indikation zur Knochenbruchbehandlung.
Mschr. Unfallheilk. 75, 455-468 (1972).

WILLENEGGER, H.: Therapie der traumatischen Osteomyelitis. Langenbecks Arch. Chir. 334, 529-535 (1973).

WILLENEGGER, H. und W. ROTH: Die antibakterielle Spüldrainage als Behandlungsprinzip bei chirurgischen Infektionen. Dtsch. med. Wschr. 87, 1485-1492 (1962).

WILLENEGGER, H. und M. LEDERMANN: Die operative Therapie der Infektion nach Osteosynthese. H. Unfallheilk. 102, 41-46 (1970).

WILLENEGGER, H., R. SCHNEIDER und W. BANDI: Irrungen und Wirrungen in der Frakturenbehandlung. Acta chir. Austriaca 1, 6-9 (1970).

WITT, A.N.: Die operative Behandlung der Osteomyelitis. Verhdl. dtsch. orthop. Ges. 100, 200-204 (1965).

WITT, A.N. und D. KRAUSE: Zitiert in J.Schlachetzki: Zur posttraumatischen Osteomyelitis nach Osteosynthesen: Entfernung des Osteosynthesematerials. Mschr. Unfallheilk. 74, 82-89 (1971).

WYSOCKI, S., K.H. JUNGBLUTH und J. GRUSS: Antibiotika-Prophylaxe bei offenen Frakturen. In: Die posttraumatische Osteomyelitis, S. 261-264 ed. G.Hierholzer und J.Rehn. 1.Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer 1970.

L e b e n s l a u f

Am 10. November 1952 wurde ich, Harald Weskott, als drittes Kind des Chirurgen Dr. med. Reinhard Weskott und seiner Ehefrau Hanna, geb. Paß in Iserlohn geboren. 1955 zogen meine Eltern nach Erndtebrück, wo mein Vater eine Landarztpraxis übernahm. Hier begann mit dem Eintritt in die Volksschule Ostern 1959 meine Schulzeit, die ich mit dem Ablegen des Zeugnis der Reife am 3. Juni 1971 am math.-naturw. Gymnasium in Bad Berleburg abschloß.

Nach 2- semestrigem Medizinstudium an der flämischen Universität Leuven absolvierte ich 1972 in Marburg extern das Vorphysikum und erhielt daraufhin zum Sommersemester 1973 in Marburg einen Studienplatz. Hier legte ich im Sommer 1974 mein Physikum ab und ein Jahr später den 1. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung.

Zum Sommersemester 1976 immatrikulierte ich mich an der Universität Tübingen und bestand hier im August 1977 den 2. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung. Nach Ableistung des Praktischen Jahres in Tübingen legte ich Am 18.10. 1978 den 3. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung ab und bestand damit die Ärztliche Prüfung.